



*Томский межвузовский центр
дистанционного образования*

А.В. Пуговкин

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ

**Методические указания
к курсовому проектированию**

ТОМСК – 2003

Корректор: Красовская Е.Н.

Пуговкин А.В.

Телекоммуникационные системы и компьютерные сети: Методические указания к курсовому проектированию. - Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2003. - 103 с.

© Пуговкин Алексей Викторович, 2003

© Томский межвузовский центр
дистанционного образования, 2003

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	5
2 Теоретические сведения	6
2.1 PDH	6
2.2 SDH	7
2.3 Общие сведения о технологии Ethernet	9
2.3.1 Технология Ethernet: доступ к среде, возникновение коллизий.....	9
2.3.2 Спецификация физических сред Ethernet.....	12
2.4 Коммутируемый Ethernet	14
2.5 Технология Fast Ethernet.....	15
2.6 Gigabit Ethernet	16
2.7 Технологии HPNA.....	17
2.8 PPP	20
2.9 Технология IP	21
2.10 Frame Relay	25
3 Основные требования к проекту.....	27
3.1 Назначение и цели создания распределенной корпоративной сети передачи данных (РКСПД).....	27
3.2 Организационная структура объекта автоматизации.....	27
3.3 Характеристика процессов сбора, обработки и передачи информации	28
3.4 Структура и характеристика КСПД	28
3.5 Требования к проектированию КСПД.....	28
3.6 Требования к составу, содержанию и оформлению технического предложения	29
3.7 Требования к КСПД.....	30
3.7.1 Общие требования	30
3.7.2 Требование к структуре КСПД.....	31
3.7.3 Функциональные требования к КСПД	31
3.7.4 Требования к оборудованию и интерфейсам узлов КСПД	33
3.7.5 Требования к телефонной и факсимильной связи.....	34
3.7.6 Требования к системе управления КСПД	34
3.7.7 Требования к информационной безопасности.....	35
3.7.8 Требования к электропитанию, размещению и техническому обслуживанию оборудования КСПД	36
3.8 Требования к ведомственной телефонной сети	37
3.8.1 Общие сведения	37
3.8.2 Требования по сертификации оборудования ведомственной телефонной сети	38
3.8.3 Основные технические требования к УАТС.....	38
3.8.4 Требования по конфигурации УАТС.....	39

3.8.5 Технические требования на сопряжение телефонного оборудования с КСПД	39
3.8.6 Технические требования по условиям подключения к городской телефонной сети	40
3.8.7 Требования по электропитанию УАТС	40
3.8.8 Требования к программному обеспечению тарификации	40
3.9 Требования к используемому оборудованию и программному обеспечению	40
3.9.1 Общие требования к используемому оборудованию и программному обеспечению	40
3.9.2 Требования к маршрутизирующему оборудованию передачи данных	41
4 Принципы и методика построения корпоративных сетей	43
4.1 Постановка задачи	43
4.2 Анализ этапов проектирования корпоративной сети	44
4.2.1 Метод сетевых шаблонов	48
4.2.2 Основы расчета кабельной системы	51
4.3 Методика расчета сети Ethernet	54
5 Выбор оборудования	59
6 Мониторинг и анализ локальных сетей	61
6.1 Классификация средств мониторинга и анализа	61
7 Задание на курсовой проект	64
8 Рекомендуемая литература	67
9 Пример выполнения курсового проекта	69

1 ВВЕДЕНИЕ

Телекоммуникационные системы в настоящее время переживают этап стремительного качественного и количественного развития. Оно идет по пути внедрения цифровых методов передачи и распределения информации, интеграции служб и услуг (телефония, передача данных, видео), глобализации связи.

В связи с этим студентам «связных» и родственных им специальностей крайне необходимы навыки проектирования телекоммуникационных систем и сетей широкого применения, что и является основной целью данного учебно-методического пособия.

Основные направления проектирования:

1. Построение корпоративных сетей предприятий и организаций различного уровня (в пределах города, области, государства, мирового масштаба). Эта сеть может быть предназначена, как для передачи данных, так и для интеграции трафика данных и телефонного трафика. Обязательным условием считается выход в Интернет.

2. Локальные вычислительные сети крупных предприятий с выходом в Интернет. Здесь необходима проработка структурированных кабельных систем этих сетей.

3. Мультисервисные телекоммуникационные системы офисов крупных предприятий. Здесь помимо телефонной связи и передачи данных предусматривается пожарная и охранная сигнализация, видеоконференц-связь и другие виды телекоммуникационного сервиса.

4. Сеть Интернет-провайдера городского масштаба.

5. Мультисервисная телекоммуникационная система жилого дома.

6. Сеть интерактивного кабельного телевидения.

В связи с большим кругом предлагаемых задач в одном учебном пособии невозможно одинаково подробно осветить особенности их проектирования. Поэтому основное внимание будет уделено сетям передачи данных с интеграцией их с телефонными сетями. Для других задач общая методика проектирования сохраняется, а особенности методики будут отражены посредством ссылок на литературу и WWW-источники.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Построение телекоммуникационных систем и сетей идет преимущественно на основе технологий первых трех уровней семиуровневой модели взаимодействия открытых систем [1]: физическом, канальном и сетевом. За прошедшие 20–30 лет появилось много технологий. Часть из них «сходит со сцены», часть только начинает внедряться.

На первом физическом уровне известны технологии:

- синхронная цифровая иерархия SDH;
- плезиосинхронная цифровая иерархия PDH (протоколы G.703, G.704 и др.);
- случайный доступ с контролем несущей и обнаружением коллизий CSMA/CD – Ethernet;
- коммутируемый и некоммутируемый доступ по проводным линиям связи с использованием модемов (протоколы серии V с асинхронным и синхронным режимами передачи);
- технологии с интеграцией услуг ISDN на втором канальном уровне;
- технологии SDH, PDH, ISDN (коммутация каналов);
- технологии Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet;
- технология PPP (Point to Point Protocol);
- технологии Frame Relay.

На третьем сетевом уровне доминируют технологии IP (Internet Protocol). Наряду с ними известны и применяются технологии IPX, X.25, Frame Relay, а также технологии распределения телефонного трафика с помощью цифровых АТС.

Ниже подробнее будут описаны технологии, наиболее широко применяемые в настоящее время.

2.1 PDH

Плезиохронная цифровая иерархия [3] была разработана в начале 80-х годов прошлого столетия. Она позволяла в цифровом виде мультиплексировать, передавать и коммутировать данные от абонентов. Так как абоненты по-прежнему пользовались обычными телефонными аппаратами, то есть передача голоса шла в аналоговой форме, то мультиплексоры сами оцифровывали голос и производили кодирование с помощью импульсно-кодовой модуляции. В результате каждый абонентский канал образовывал цифровой поток данных 64 Кбит/с. Для более эффективного мультиплексирования была предложена идея образования каналов с иерархией скоростей. То есть несколько низкоскоростных каналов объединялись в один более скоростной. Аппаратуру, выполняющую эти функции, назвали системой передачи ИКМ по способу кодирования голоса. В России был освоен серийный выпуск следующих ИКМ:

ИКМ-15, ИКМ-30, ИКМ-120, ИКМ-480, ИКМ-1920.

На рисунке 2.1 показан способ объединения цифровых потоков в PDH.

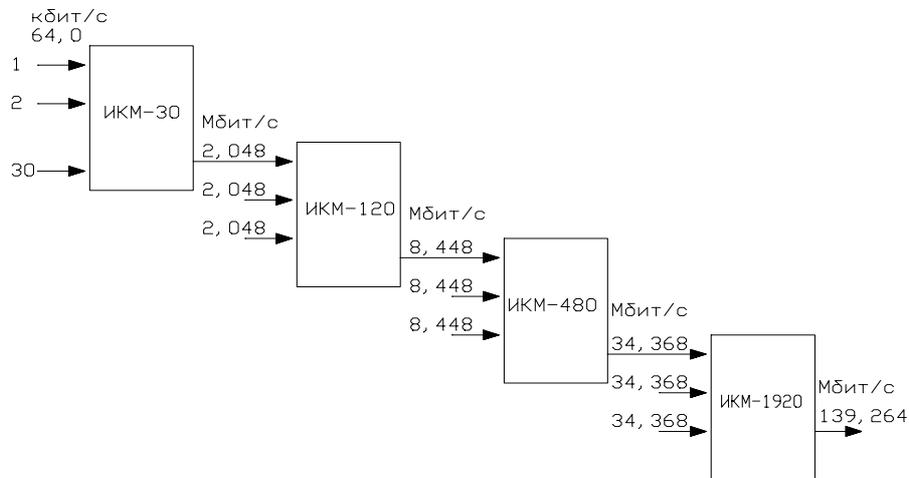


Рисунок 2.1 – Иерархия плезиохронных цифровых систем передачи

Принципы синхронизации остаются неизменными для систем передачи всех ступеней иерархии, сколько бы их ни было: точно так же выделяются из цифрового потока тактовые импульсы и точно так же для обеспечения синхронной (а, если точнее, синфазной) работы мультиплексоров и демultipлексоров посылаются в линию комбинации импульсов цикловой синхронизации.

Плезиохронная цифровая иерархия оказалась очень негибкой: чтобы вводить в цифровой поток высокоскоростной или выводить из него низкоскоростные потоки, необходимо полностью «расшивать», а затем снова «сшивать» высокоскоростной поток. Это требует установки большого числа мультиплексоров и демultipлексоров. Недостатком систем передачи плезиохронной цифровой иерархии является также то, что при нарушении синхронизации группового сигнала восстановление синхронизации первичных цифровых потоков происходит многоступенчатым путем, а это занимает довольно много времени.

2.2 SDH

Самый главный недостаток PDH, который заставил уже в середине 80-х годов XX в. искать новые подходы к построению цифровых иерархий систем передачи, – это почти полное отсутствие возможностей автоматически контролировать состояние сети связи и управлять ею. А без этого создать надежную сеть с высоким качеством обслуживания практически невозможно. Все эти факторы и побудили разработать еще одну цифровую иерархию.

Синхронная цифровая иерархия (SDH)

SDH была задумана как скоростная информационная автострада для транспортирования цифровых потоков с разными скоростями. В этой иерархии объединяются и разъединяются потоки со скоростями 155,520 Мбит/с и выше. Поскольку способ объединения был выбран синхронный, то данная иерархия получила название синхронной цифровой иерархии (Synchronous Digital Hierarchy – SDH).

Основные принципы SDH:

1. Временное разделение каналов (ВРК).
2. SDH работает с скоростями передачи информации: 155,52 Мбит/с, 622,08 Мбит/с и т.д.
3. Синхронная цифровая иерархия включает в себя все предыдущие транспортные протоколы – это PDH, STM, ISDN, ATM.
4. Контейнерный способ упаковки данных.

Для транспортирования цифрового потока создаются синхронные транспортные модули (Synchronous Transport Module, STM). Коэффициенты у транспортных модулей означают уровень объединения потоков. В сети SDH применены принципы контейнерных перевозок. Подлежащие транспортировке сигналы предварительно размещаются в стандартных контейнерах (Container – C). Все операции с контейнерами производятся независимо от их содержания, чем и достигается *прозрачность* сети SDH, т.е. способность транспортировать различные сигналы, в частности сигналы PDH.

Достоинства SDH

1. Упрощенный процесс мультиплексирования и демупльтиплексирования. Здесь не надо распаковывать все, как в PDH, так как есть много заголовков.
2. Простота ввода компонентных сигналов – Заголовки + плавающий режим.
3. Качественное управление сложными сетями:
 - управление конфигурацией;
 - управление неисправностями – выявление дистанционной неисправности и исправление ее;
 - управление качеством;
 - управление безопасностью.

Недостатки SDH

1. Система дорогая.
2. Должна быть обеспечена высокая стабильность частоты, что сложно.
3. Большое время вхождения в синхронизм.

Система чрезвычайно избыточна, т.к. много заголовков и пустых мест на будущие применения. Но это окупается высокой пропускной способностью.

Применение цифровых первичных сетей

Сети SDH и сети плездохронной цифровой иерархии очень широко используются для построения как публичных, так и корпоративных сетей. Особенно популярны их услуги в США, где большинство крупных корпоративных сетей построено на базе выделенных цифровых каналов. Эти каналы непосредственно соединяют маршрутизаторы, размещаемые на границе локальных сетей отделений корпорации. При аренде выделенного канала сетевой интегратор всегда уверен, что между локальными сетями существует канал вполне определенной пропускной способности. Это положительная черта аренды выделенных каналов. Однако при относительно небольшом количестве объединяемых локальных сетей пропускная способность выделенных каналов никогда не используется на 100%, и это недостаток монопольного владения каналом – предприятие всегда платит не за реальную пропускную способность. На основе первичной сети SDH можно строить сети с коммутацией пакетов, например frame relay или ATM, или же сети с коммутацией каналов, например ISDN.

В телефонных сетях цифровые каналы PDH и SDH используются как для соединения АТС, так и для подключения крупных абонентов.

2.3 Общие сведения о технологии Ethernet

2.3.1 Технология Ethernet: доступ к среде, возникновение коллизий

Технология Ethernet (802.3)

Ethernet – это самый распространенный на сегодняшний день стандарт локальных сетей. Общее количество сетей, работающих по протоколу Ethernet в настоящее время, оценивается в 5 миллионов, а количество компьютеров с установленными сетевыми адаптерами Ethernet – в 50 миллионов, и это число постоянно растет.

Когда говорят Ethernet, то под этим обычно понимают любой из вариантов этой технологии. В более узком смысле Ethernet – это сетевой стандарт, основанный на экспериментальной сети Ethernet Network, которую фирма Xerox разработала и реализовала в 1975 году. В 1980 году фирмы DEC, Intel и Xerox совместно разработали и опубликовали стандарт Ethernet версии II для сети, построенной на основе коаксиального кабеля, который стал последней версией фирменного стандарта Ethernet. Поэтому фирменную версию стандарта Ethernet называют стандартом Ethernet DIX или Ethernet II. На основе стандарта Ethernet DIX был разработан стандарт

IEEE 802.3. В зависимости от типа физической среды стандарт IEEE 802.3 имеет различные модификации – 10Base-5, 10Base-2, 10Base-T, 10Base-FL, 10Base-FB.

В 1995 году был принят стандарт Fast Ethernet, который во многом не является самостоятельным стандартом, о чем говорит и тот факт, что его описание просто является дополнительным разделом к основному стандарту 802.3 – разделом 802.3. Аналогично принятый в 1998 году стандарт Gigabit Ethernet описан в разделе 802.3z основного документа.

Для передачи двоичной информации по кабелю для всех вариантов физического уровня технологии Ethernet, обеспечивающих пропускную способность 10 Мбит/с, используется манчестерский код.

Метод доступа CSMA/CD

В сетях Ethernet (в том числе Fast Ethernet и Gigabit Ethernet) используется метод доступа к среде передачи данных, называемый методом коллективного доступа с опознаванием несущей и обнаружением коллизий (carrier-sense-multiply-access with collision detection, CSMA/CD).

Этот метод применяется исключительно в сетях с логической общей шиной (к которым относятся и радиосети, породившие этот метод). Все компьютеры такой сети имеют непосредственный доступ к общей шине, поэтому она может быть использована для передачи данных между любыми двумя узлами сети. Одновременно все компьютеры сети имеют возможность немедленно (с учетом задержки распространения сигнала по физической среде) получить данные, которые любой из компьютеров начал передавать на общую шину (рис. 2.2). Простота схемы подключения – это один из факторов, определивших успех стандарта Ethernet. Говорят, что кабель, к которому подключены все станции, работает в режиме коллективного доступа (Multiply Access, MA).

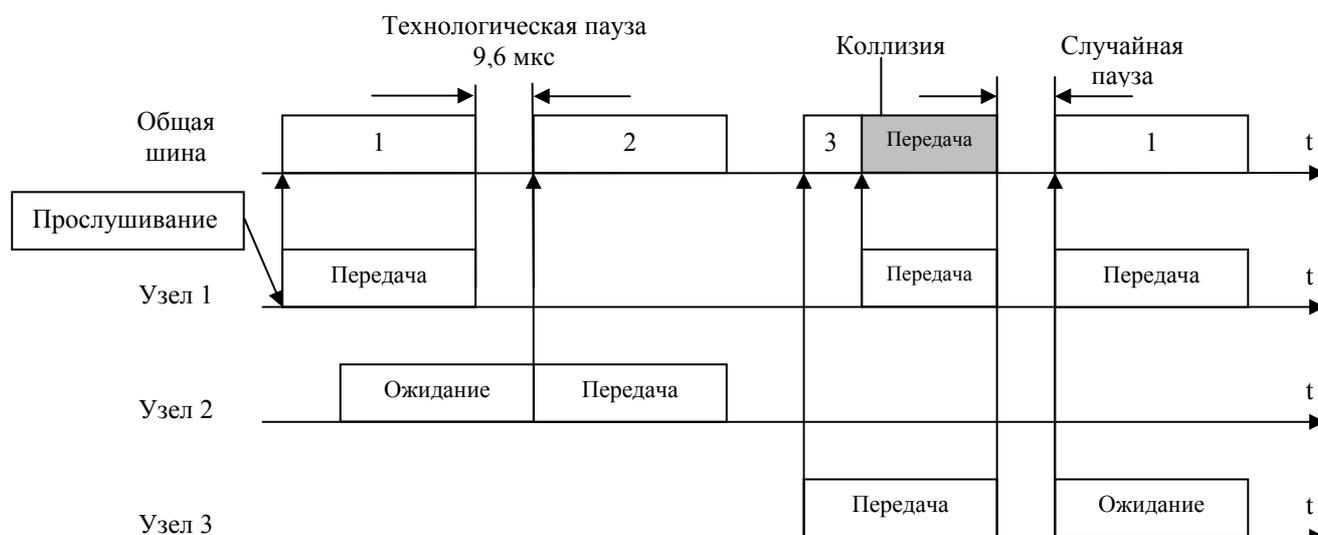


Рис. 2.2 – Метод случайного доступа CSMA/CD

Все данные, передаваемые по сети, помещаются в кадры определенной структуры и снабжаются уникальным адресом станции назначения. Чтобы получить возможность передавать кадр, станция должна убедиться, что разделяемая среда свободна. Если среда свободна, то узел имеет право начать передачу кадра. Этот кадр изображен на рис. 2.1 первым. Узел 1 обнаружил, что среда свободна, и начал передавать свой кадр. В классической сети Ethernet на коаксиальном кабеле сигналы передатчика узла 1 распространяются в обе стороны, так что их получают все узлы сети. Кадр данных всегда сопровождается преамбулой (preamble), которая состоит из 7 байт, состоящих из значений 10101010, и 8-го байта, равного 10101011. Преамбула нужна для вхождения приемника в побитовый и побайтовый синхронизм с передатчиком.

Все станции, подключенные к кабелю, могут распознать факт передачи кадра, и та станция, которая узнает собственный адрес в заголовках кадра, записывает его содержимое в свой внутренний буфер, обрабатывает полученные данные, передает их вверх по своему стеку, а затем посылает по кабелю кадр-ответ. Адрес станции источника содержится в исходном кадре, поэтому станция-получатель знает, кому нужно послать ответ.

Узел 2 во время передачи кадра узлом 1 также пытался начать передачу своего кадра, однако обнаружил, что среда занята – на ней присутствует несущая частота, поэтому узел 2 вынужден ждать, пока узел 1 не прекратит передачу кадра.

После окончания передачи кадра все узлы сети обязаны выдержать технологическую паузу (Inter Packet Gap) в 9,6 мкс. Эта пауза, называемая также межкадровым интервалом, нужна для приведения сетевых адаптеров в исходное состояние, а также для предотвращения монопольного захвата среды одной станцией. После окончания технологической паузы узлы имеют право начать передачу своего кадра, так как среда свободна. Из-за задержек распространения сигнала по кабелю не все узлы строго одновременно фиксируют факт окончания передачи кадра узлом 1.

В приведенном примере узел 2 дождался окончания передачи кадра узлом 1, сделал паузу в 9,6 мкс и начал передачу своего кадра.

Возникновение коллизии

При описанном подходе возможна ситуация, когда две станции одновременно пытаются передать кадр данных по общей среде. Механизм прослушивания среды и пауза между кадрами не гарантируют от возникновения такой ситуации, когда две или более станции одновременно решают, что среда свободна, и начинают передавать свои кадры. Говорят, что при этом происходит коллизия (collision), так как содержимое обоих кадров сталкивается на общем кабеле и происходит искажение информации. Коллизия – это нормальная ситуация в работе сетей Ethernet. Чтобы корректно обработать коллизию, все станции одновременно наблюдают за возникающими на кабеле сигналами. Если передаваемые и наблюдаемые

сигналы отличаются, то фиксируется обнаружение коллизии (collision detection, CD). Для увеличения вероятности скорейшего обнаружения коллизии всеми станциями сети станция, которая обнаружила коллизию, прерывает передачу своего кадра (в произвольном месте, возможно, и не на границе байта) и усиливает ситуацию коллизии посылкой в сеть специальной последовательности из 32 бит, называемой jam-последовательностью. После этого обнаружившая коллизию передающая станция обязана прекратить передачу и сделать паузу в течение короткого случайного интервала времени. Затем она может снова предпринять попытку захвата среды и передачи кадра. Для уменьшения интенсивности возникновения коллизий нужно либо уменьшить трафик, сократив, например, количество узлов в сегменте или заменив приложения, либо повысить скорость протокола, например, перейти на Fast Ethernet.

Следует отметить, что метод доступа CSMA/CD вообще не гарантирует станции, что она когда-либо сможет получить доступ к среде. Конечно, при небольшой загрузке сети вероятность такого события невелика, но при коэффициенте использования сети, приближающемся к 1, такое событие становится очень вероятным. Этот недостаток метода случайного доступа – плата за его чрезвычайную простоту, которая сделала технологию Ethernet самой недорогой.

Методы борьбы с коллизиями:

1. Ограничение числа рабочих станций в ЛВС.
2. Ограничение диаметра сети.
3. Применение коммутаторов.

2.3.2 Спецификация физических сред Ethernet

Исторически первые сети технологии Ethernet были созданы на коаксиальном кабеле диаметром 0,5 дюйма. В дальнейшем были определены и другие спецификации физического уровня для стандарта Ethernet, позволяющие использовать различные среды передачи данных. Метод доступа CSMA/CD и все временные параметры остаются одними и теми же для любой спецификации физической среды технологии Ethernet 10 Мбит/с.

Физические спецификации технологии Ethernet, применяющиеся на сегодняшний день, включают следующие среды передачи данных:

1. **10Base-T.** Эта разновидность Ethernet получила наибольшее распространение. Буква «Т» в названии означает, что средой передачи является неэкранированная витая пара (Unshielded Twisted Pair, UTP). Спецификация предусматривает использование концентратора для подключения пользователей по топологии «звезда». Применение дешевых кабелей UTP является одним из основных преимуществ 10Base-T. Подключение узлов к сети осуществляется с помощью телефонных гнезд RJ-45 и RJ-11 и четырехпарного телефонного кабеля UTP. Вилка RJ-45 вставляется напрямую в

сетевую плату. Протяженность отрезка кабеля от концентратора до станции не должна превышать 100 м (в случае UTP категории 3) или 150 м (в случае UTP категории 5).

2. **10Base-F.** Эта спецификация использует в качестве среды передачи оптоволоконный кабель. Применение оптоволоконной технологии приводит к высокой стоимости комплектующих материалов. Однако нечувствительность к электромагнитным помехам позволяет использовать спецификацию в особо ответственных случаях и для связи далеко расположенных друг от друга объектов.

Каждая из разновидностей Ethernet предусматривает те или иные ограничения на протяженность сегмента кабеля. Для создания более протяженной сети несколько кабелей могут соединяться с помощью повторителей. Повторитель представляет собой устройство физического уровня. Он принимает, усиливает и передает сигнал дальше. С точки зрения программного обеспечения, последовательность кабельных сегментов, связанных повторителями, ничем не отличается от единого кабеля. Сеть может содержать несколько сегментов кабеля и несколько повторителей. Однако каждая спецификация накладывает ограничения на протяженность сегмента кабеля и на количество сегментов в сети.

В технологии Ethernet, независимо от применяемого стандарта физического уровня, существует понятие домена коллизий.

Домен коллизий (collision domain) – это часть сети Ethernet, все узлы которой распознают коллизию независимо от того, в какой части этой сети коллизия возникла. Сеть Ethernet, построенная на повторителях, всегда образует один домен коллизий. Домен коллизий соответствует одной разделяемой среде. Мосты, коммутаторы и маршрутизаторы делят сеть Ethernet на несколько доменов коллизий.

Приведенная на рис. 2.3 сеть представляет собой один домен коллизий. Если, например, столкновение кадров произошло в концентраторе 4, то в соответствии с логикой работы концентраторов 10Base-T сигнал коллизии распространится по всем портам всех концентраторов.

Если же вместо концентратора 3 поставить в сеть мост, то его порт С, связанный с концентратором 4, воспримет сигнал коллизии, но не передаст его на свои остальные порты, так как это не входит в его обязанности. Мост просто отработает ситуацию коллизии средствами порта «С», который подключен к общей среде, где эта коллизия возникла. Если коллизия возникла из-за того, что мост пытался передать через порт С кадр в концентратор 4, то, зафиксировав сигнал коллизии, порт «С» приостановит передачу кадра и попытается передать его повторно через случайный интервал времени. Если порт «С» принимал в момент возникновения коллизии кадр, то он просто отбросит полученное начало кадра и будет ожидать, когда узел, передававший кадр через концентратор 4, не сделает повторную попытку передачи. После успешного принятия данного кадра в свой буфер мост передаст его на другой порт в соответствии с таблицей

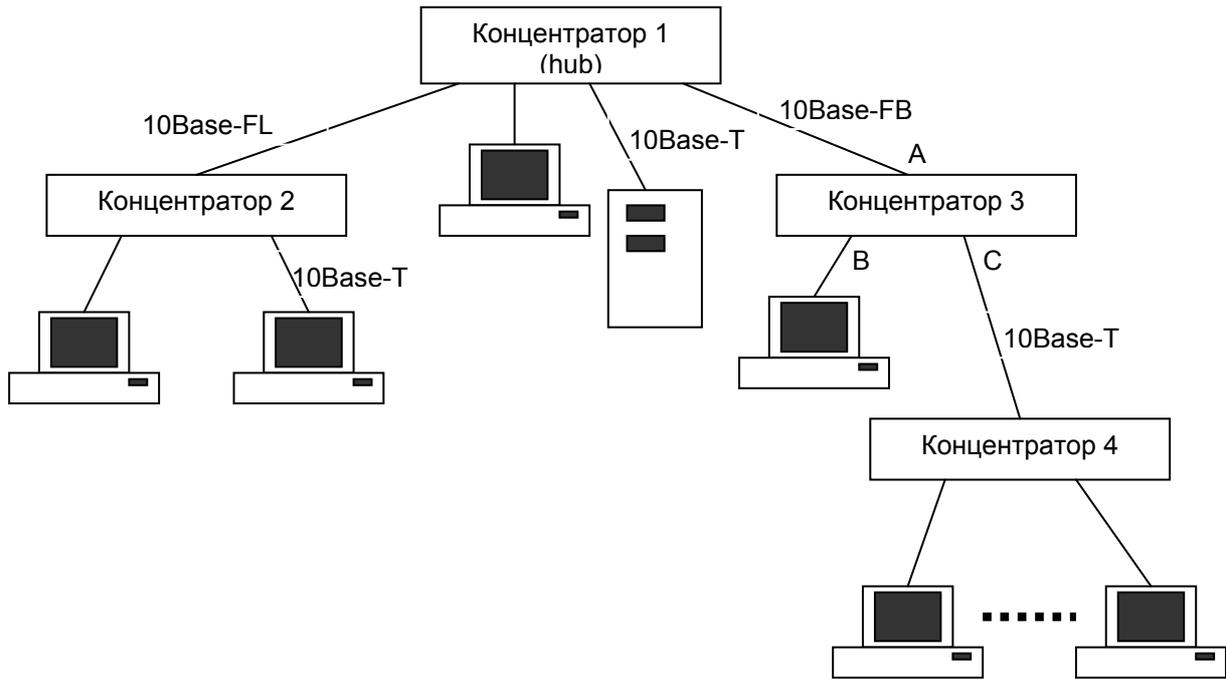


Рисунок 2.3 – Иерархическое соединение концентраторов Ethernet

продвижения, например на порт «А». Все события, связанные с обработкой коллизий портом С, для остальных сегментов сети, которые подключены к другим портам моста, останутся просто неизвестными.

Узлы, образующие один домен коллизий, работают синхронно, как единая распределенная электронная схема.

2.4 Коммутируемый Ethernet

В основе коммутируемого Ethernet лежит применение более интеллектуальных устройств – коммутаторов. Коммутатор – это многопортовое устройство, к портам которого подключаются либо отдельные станции, либо целые сегменты сети, составляющие домены коллизий. Порты коммутатора передают пакеты друг другу на основании таблиц, причем пакеты, предназначенные для передачи в одном сегменте, на другие порты не передаются. Это значительно повышает скорость передачи пакетов в сети, так как снижается вероятность появления коллизий.

Очень распространена технология ЛВС на коммутаторах, когда к каждому порту коммутатора подключен один компьютер. В этом случае вероятность появления коллизий снижается еще больше, но до конца не исчезает. Дело в том, что в полудуплексном режиме передатчики сетевой карты компьютера и порты коммутатора могут включаться независимо друг от друга и создавать общую нагрузку в одной линии. Тем не менее такой режим работы позволяет обеспечить скорость передачи 7440 пакетов в секунду при минимальной длине пакета.

Наибольшая скорость передачи реализуется в полнодуплексном режиме передачи (full duplex), когда передатчики и приемники сетевой карты и порта коммутатора попарно соединены между собой двумя независимыми линиями передачи. В этом случае коллизии отсутствуют (метод CSMA/CD практически не реализуется). Полудуплексный режим работы ЛВС на коммутаторах очень распространен в настоящее время.

2.5 Технология Fast Ethernet

Классический 10-мегабитный Ethernet устраивал большинство пользователей на протяжении около 15 лет. Однако в начале 1990-х годов начала ощущаться его недостаточная пропускная способность. Назрела необходимость разработки «нового» Ethernet, то есть технологии, которая была бы такой же эффективной по соотношению цена/качество при производительности 100 Мбит/с.

Все отличия технологии Fast Ethernet от Ethernet сосредоточены на физическом уровне. Вместо подуровня физического присоединения, как в классическом Ethernet, появились следующие подуровни: подуровень кодирования, подуровень физического присоединения, подуровень зависимости физической среды, подуровень автопереговоров о скорости передачи. Уровни MAC и LLC в Fast Ethernet остались абсолютно теми же, и их описывают прежние главы стандартов 802.3 и 802.2. Более сложная структура физического уровня технологии Fast Ethernet вызвана тем, что в ней используются три варианта кабельных систем:

- волоконно-оптический многомодовый кабель, в котором используются два волокна;
- витая пара категории 5, в которой используются две пары;
- витая пара категории 3, в которой используются четыре пары.

Коаксиальный кабель, давший миру первую сеть Ethernet, в число разрешенных сред передачи данных новой технологии Fast Ethernet 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 коаксиальный кабель, а стоимость сети получается ненамного выше. Отказ от коаксиального кабеля привел к тому, что сети Fast Ethernet всегда имеют иерархическую древовидную структуру, построенную на концентраторах. Основным отличием конфигураций сетей Fast Ethernet является сокращение диаметра сети примерно до 200 м, что объясняется уменьшением времени передачи кадра минимальной длины в 10 раз за счет увеличения скорости передачи в 10 раз по сравнению с 10-мегабитным Ethernet. Тем не менее это обстоятельство не очень препятствует построению крупных се-

тей на технологии Fast Ethernet. Дело в том, что середина 1990-х годов отмечена не только широким распространением недорогих высокоскоростных технологий, но и бурным развитием локальных сетей на основе коммутаторов. При использовании коммутаторов протокол Fast Ethernet может работать в полнодуплексном режиме, в котором нет ограничений на общую длину сети, а остаются только ограничения на длину физических сегментов, соединяющих соседние устройства (адаптер – коммутатор или коммутатор - коммутатор). Поэтому при создании магистралей локальных сетей большой протяженности технология Fast Ethernet также активно применяется, но только в полнодуплексном варианте, совместно с коммутаторами.

2.6 Gigabit Ethernet

Достаточно быстро после появления на рынке продуктов Fast Ethernet сетевые интеграторы и администраторы почувствовали определенные ограничения при построении корпоративных сетей. Во многих случаях серверы, подключенные к 100-мегабитному каналу, перегружали магистрали сетей, работающие также на скорости 100 Мбит/с – магистрали FDDI и Fast Ethernet. Ощущалась потребность в следующем уровне иерархии скоростей.

Летом 1996 года было объявлено о создании группы 802.3z для разработки протокола, максимально подобного Ethernet, но с битовой скоростью 1000 Мбит/с. Как и в случае Fast Ethernet, сообщение было воспринято сторонниками Ethernet с большим энтузиазмом.

Основной причиной энтузиазма была перспектива такого же плавного перевода магистралей сетей на Gigabit Ethernet, как были переведены на Fast Ethernet перегруженные сегменты Ethernet, расположенные на нижних уровнях иерархии сети. К тому же опыт передачи данных на гигабитных скоростях уже имелся как в территориальных сетях (технология SDH), так и в локальных.

Gigabit Ethernet, так же как и его менее скоростные собратья, на уровне протокола не будет поддерживать:

- качество обслуживания;
- избыточные связи;
- тестирование работоспособности узлов и оборудования.

Почему же авторы Gigabit Ethernet отказываются от них? По поводу качества обслуживания коротко можно ответить так: «сила есть – ума не надо». Если магистраль сети будет работать со скоростью, в 20 000 раз превышающей среднюю скорость сетевой активности клиентского компьютера и в 100 раз превышающей среднюю сетевую активность сервера с сетевым адаптером 100 Мбит/с, то о задержках пакетов на магистрали во многих случаях можно не заботиться вообще. При небольшом коэффици-

енте загрузки магистрали 1000 Мбит/с очереди в коммутаторах Gigabit Ethernet будут небольшими, а время буферизации и коммутации на такой скорости составляет единицы и даже доли микросекунд.

Ну а если все же магистраль загрузится на достаточную величину, то приоритет чувствительному к задержкам или требовательному к средней скорости трафику можно предоставить с помощью техники приоритетов в коммутаторах.

Выводы:

1. Технология Gigabit Ethernet добавляет новую 1000 Мбит/с, ступень в иерархии скоростей семейства Ethernet. Эта ступень позволяет эффективно строить крупные локальные сети, в которых мощные серверы и магистрали нижних уровней сети работают на скорости 100 Мбит/с, а магистраль Gigabit Ethernet объединяет их, обеспечивая большой запас пропускной способности.

2. Разработчики технологии Gigabit Ethernet сохранили большую степень преемственности с технологиями Ethernet и Fast Ethernet. Gigabit Ethernet используя те же форматы кадров, что и предыдущие версии Ethernet.

2.7 Технологии HPNA

В середине 1990-х годов компания Tut Systems предложила технологию, позволяющую передавать данные по телефонному кабелю со скоростью 1 Мбит/сек. Но, несмотря на низкую скорость, она оказалась востребованной. Заинтересовавшись этой технологией, некоторые крупные компании, такие как AMD и др., организовали альянс HomePNA (Home Phoneline Networking Alliance) и на основе технологии от Tut Systems разработали стандарт передачи данных по телефонным проводам и назвали его HomePNA 1.0. Эта версия HPNA поддерживала скорость 1 Мбит/сек, 25 компьютеров в HomePNA 1.0 сети и дальность порядка 150 метров. Были выпущены сетевые карты (PCI и USB), различные коммутаторы, мосты Ethernet to HomePNA и т.д. Несмотря на, казалось бы, небольшую скорость передачи данных, ее вполне достаточно для подключения небольших локальных сетей к Internet. К тому же, поскольку этот стандарт разрабатывался для передачи данных по имеющейся телефонной проводке, то он идеально подходит для объединения компьютеров небольших офисов в офисных зданиях, больницах, квартирах в локальные сети с выходом в Internet.

Альянс HPNA продолжал совершенствовать технологию, и появилась следующая версия – HomePNA 2.0. Еще одним ее преимуществом

является тот факт, что передача данных производится по уже существующим телефонным линиям, совершенно никак не влияет на телефонный сигнал и, как показала практика, на большинство других сигналов тоже и работает далеко не только по телефонным линиям. На рисунке 2.4 представлено частотное распределение основных сигналов – голоса, xDSL и сигнала HomePNA.

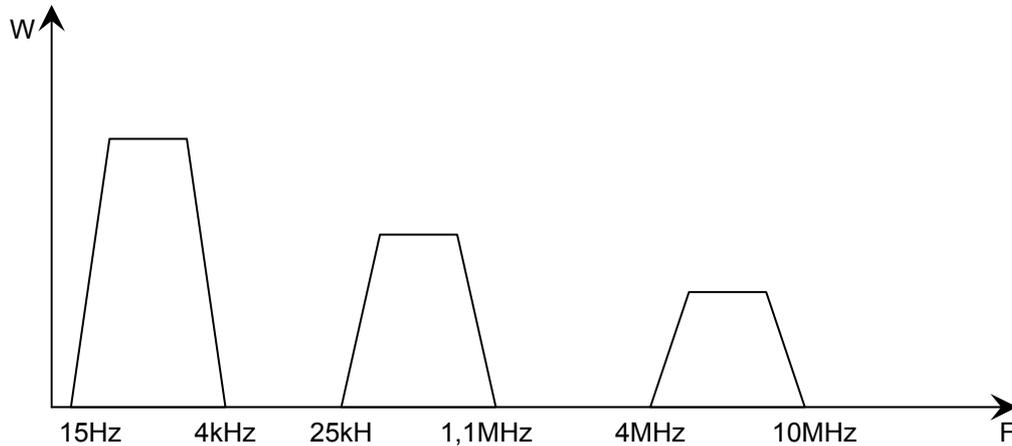


Рисунок 2.4 – Частотный диапазон для телефонии, xDSL-оборудования и HomePNA 1-2. W – мощность сигнала, F – частота сигнала

Технология HomePNA во всех ее представлениях – это обычный Ethernet со скоростями в 1 Мбит/сек (HomePNA 1.0) и 10 Мбит/сек (HomePNA 2.0). Например: метод доступа CSMA/CD, стандарт IEEE-802.3, MAC адреса – все это применимо не только для Ethernet, но и для HomePNA обоих стандартов. Отличия от Ethernet – только на физическом уровне. И соответственно инсталляция HomePNA-карт никак не отличается от аналогичных процедур для Ethernet-адаптеров. Операционными системами данные адаптеры видятся как обычные Ethernet адаптеры, и работают с ними точно так же. Таким образом, всегда и без проблем можно объединить Ethernet и HomePNA-сети.

Стандарт HPNA 2.0

Основные характеристики: скорость – 10 Мбит/сек, дальность – 350 метров (по стандарту), количество устройств – до 32. Здесь приведены данные по решениям от крупнейшего производителя HomePNA 2.0 решений корпорации Broadcom. Все крупнейшие производители HomePNA 2.0-карт, такие как D-Link, 3COM, NetGear, Linksys и т.д., все делают свою продукцию исключительно на референс-дизайне от Broadcom и по своей сути отличаются лишь ценой и некоторыми особенностями в драйверах.

Для HomePNA 2.0 типичная топология сети – шина. Благо, скорость в 10 Мбит/сек позволяет строить такие решения. Причем топология этой шины может быть абсолютно любой, различные ответвления и т.д. – это не

препятствия для работы сети на основе HomePNA 2.0. Хотя стандарты HomePNA 1 и 2 совместимы, HomePNA 2.0 построен на совершенно других принципах. Он умеет адаптировать скорость передачи данных. И, как показали исследования, в качестве среды передачи может быть выбрана практически любая среда. Была получена устойчивая работа HomePNA 2.0-сети на таких физических средах, как UTP 3 и 5, кабель ТРП, среды передачи данных ГРТС, коаксиальный кабель. Причем в пределах оговоренных стандартом 350 метров скорость практически не зависела от типа кабеля.

Пример реализации локальной сети небольшого офиса с выходом в Internet рассмотрен на рис. 2.5.

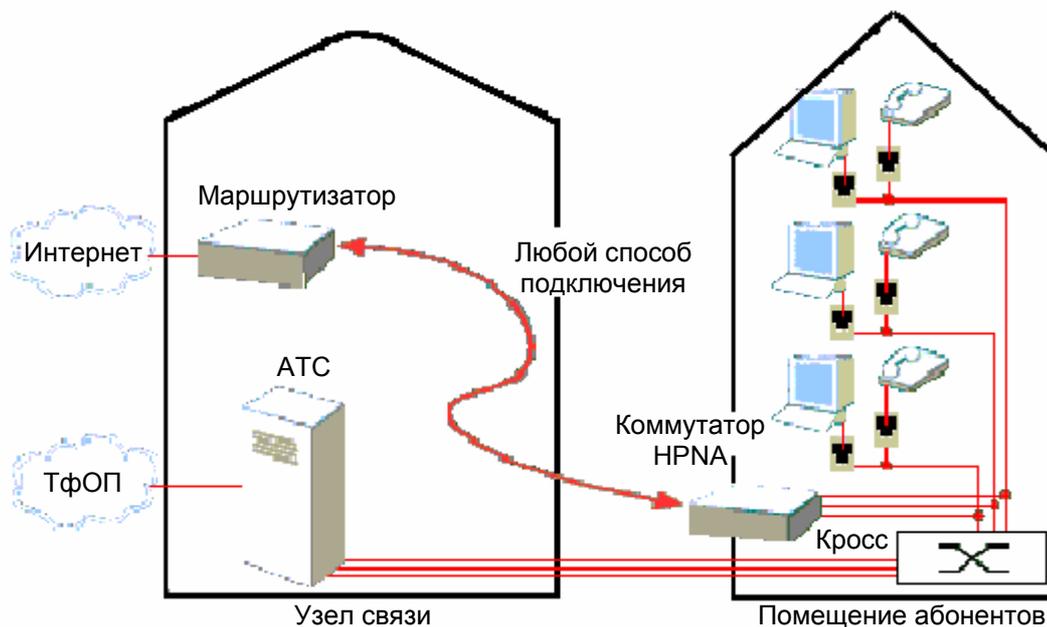


Рисунок 2.5 – Сеть коллективного доступа на базе HomePNA (используется существующая телефонная сеть здания – витая пара категории ТРП)

Этот вариант применяется при использовании существующей в здании телефонной проводки – коммутатор устанавливается вблизи телефонного кросса здания, подсоединяется параллельно к телефонным линиям без частотных разделителей. Не требуются разделители и на стороне абонента. При этом каждому абоненту выделяется порт коммутатора и, даже в случае применения HPNA 1.0 абоненту гарантируется широкополосное подключение к Internet (скорости в 1 Мбит/сек для этого более чем достаточно). Порт WAN подключается к сети передачи данных оператора любым способом (выделенная линия, ADSL, оптика, радио). Решения такого типа незаменимы для офисных комплексов, гостиниц и т.п. зданий.

2.8 PPP

Протокол PPP разработан как часть стека TCP/IP для передачи кадров информации по последовательным глобальным каналам связи взамен устаревшего протокола SLIP. Протокол PPP стал фактически стандартом для глобальных линий связи при соединении удаленных клиентов с серверами и для образования соединений между маршрутизаторами в корпоративной сети. Позже были разработаны стандарты, использующие вложение кадра PPP в кадры Frame Relay.

Основное отличие PPP от других протоколов канального уровня состоит в том, что он добивается согласованной работы различных устройств с помощью переговорной процедуры, во время которой передаются различные параметры, такие как качество линии, протокол аутентификации и инкапсулируемые протоколы сетевого уровня. Переговорная процедура происходит во время установления соединения.

Протокол PPP основан на четырех принципах: переговорное принятие параметров соединения, многопротокольная поддержка, расширяемость протокола, независимость от глобальных служб.

Переговорное принятие параметров соединения. В корпоративной сети конечные системы часто отличаются размерами буферов для временного хранения пакетов, ограничениями на размер пакета, списком поддерживаемых протоколов сетевого уровня. Физическая линия, связывающая конечные устройства, может варьироваться от низкоскоростной аналоговой линии до высокоскоростной цифровой линий с различными уровнями качества обслуживания. Чтобы справиться со всеми возможными ситуациями, в протоколе PPP имеется набор стандартных установок, действующих по умолчанию и учитывающих все стандартные конфигурации. При установлении соединения два взаимодействующих устройства для нахождения взаимопонимания используют эти установки. Протокол, в соответствии с которым принимаются параметры соединения, называется протоколом управления связью (Link Control Protocol, LCP). Протокол, который позволяет конечным узлам договориться о том, какие сетевые протоколы будут передаваться в установленном соединении, называется протоколом управления сетевым уровнем (Network Control Protocol, NCP). Внутри одного PPP-соединения могут передаваться потоки данных различных сетевых протоколов.

Многопротокольная поддержка – способность протокола PPP поддерживать несколько протоколов сетевого уровня. PPP работает со многими протоколами сетевого уровня, включая IP, Novell IPX, AppleTalk, DECnet, XNS, Banyan VINES и OSI, а также протоколами канального уровня локальной сети. Каждый протокол сетевого уровня конфигурируется отдельно с помощью соответствующего протокола NCP.

Расширяемость протокола. Под расширяемостью понимается как возможность включения новых протоколов в стек PPP, так и возможность использования собственных протоколов пользователей вместо рекомендуемых в PPP по умолчанию. Это позволяет наилучшим образом настроить PPP для каждой конкретной ситуации.

Независимость от глобальных служб. Начальная версия PPP работала только с кадрами HDLC. Теперь в стек PPP добавлены спецификации, позволяющие использовать PPP в любой технологии глобальных сетей, например ISDN, frame relay, X.25, Sonet и HDLC.

Одной из возможностей протокола PPP является использование нескольких физических линий для образования одного логического канала, так называемый транкинг каналов. Эту возможность реализует дополнительный протокол, который носит название MLPPP (Multi Link PPP). Многие производители поддерживают такое свойство в своих маршрутизаторах и серверах удаленного доступа фирменным способом. Использование стандартного способа всегда лучше, так как он гарантирует совместимость оборудования разных производителей.

Общий логический канал может состоять из каналов разной физической природы. Например, один канал может быть образован в телефонной сети, а другой может являться виртуальным коммутируемым каналом сети frame relay.

2.9 Технология IP

Как известно, Internet представляет собой совокупность сетей, соединенных между собой через маршрутизаторы. В настоящее время стек протоколов TCP/IP является самым популярным средством организации составных сетей. В стеке TCP/IP определены 4 уровня, каждый из которых несет на себе нагрузку по решению основной задачи – организация производительной работы составной сети, части которой построены на основе разных сетевых технологий. Стержнем всей архитектуры является уровень межсетевого взаимодействия, который реализует концепцию передачи пакетов в режиме без установления соединения, то есть дейтаграмным способом. Именно этот уровень обеспечивает возможность перемещения пакетов по сети, используя наиболее рациональный маршрут.

В стеке TCP/IP используются три типа адресов: локальные (аппаратные), IP-адреса и символьные доменные имена.

В терминологии TCP/IP под **локальным адресом** понимается такой тип адреса, который используется средствами базовой технологии для доставки данных в пределах подсети, являющейся элементом составной интeрсети. В разных подсетях допустимы разные сетевые технологии, разные стеки протоколов, поэтому при создании стека TCP/IP предполагалось наличие разных типов локальных адресов. Если подсетью интeрсети является

локальная сеть, то локальный адрес – это MAC-адрес. MAC-адрес назначается сетевым адаптерам и сетевым интерфейсам маршрутизаторов. MAC-адреса назначаются производителями оборудования и являются уникальными, так как управляются централизованно. Для всех существующих технологий локальных сетей MAC-адрес имеет формат 6 байт, например 11-AO-17-3D-BC-01.

IP-адрес используется на сетевом уровне. Он назначается администратором во время конфигурирования компьютеров и маршрутизаторов. IP-адрес имеет длину 4-байта и состоит из двух частей: номера сети и номера узла. Номер сети может быть выбран администратором произвольно либо назначен по рекомендации специального подразделения Internet (Network Information Center, NIC), если сеть должна работать как составная часть Internet. Обычно провайдеры услуг Internet получают диапазоны адресов у подразделений NIC, а затем распределяют их между своими абонентами. Для определения границы, отделяющей номер сети от номера узла, реализуются два подхода. Первый основан на понятии класса, второй – на использовании масок.

Класс адреса определяется значениями нескольких первых бит адреса. На рис. 2.6 показана структура IP-адреса разных классов.



Рисунок 2.6 – Структура IP-адреса

В адресах для сетей класса А под номер сети отводится один байт, а остальные три – под номер узла, поэтому они используются в самых больших сетях. Наибольшее распространение на сегодняшний день получили сети класса С, в которых номер сети занимает три байта, а для нумерации узлов может быть использован только один байт.

В таблице 2.1 приведены диапазоны номеров сетей, соответствующих каждому классу сетей.

Таблица 2.1 – Диапазоны номеров сетей

Класс	Наименьший адрес	Наибольший адрес	Максимальное число узлов в сети
A	01.0.0	126.0.0.0	2^{24}
B	128.0.0.0	191.255.0.0	2^{16}
C	192.0.1.0.	223.255.255.0	2^8
D	224.0.0.0	239.255.255.255	Multicast
E	240.0.0.0	247.255.255.255	Зарезервирован

Существуют также особые IP-адреса, которые используются для широковещательных сообщений, ограниченных широковещательных сообщений и для служебных целей. Например: IP-адрес, первый октет которого равен 127, используется для тестирования программ и взаимодействия процессов в пределах одной машины.

Использование масок в IP-адресации

Существует еще один способ определения, какая часть адреса является номером сети, а какая – номером узла. Этот способ основан на использовании масок. Маска – это число, которое используется в паре с IP-адресом; двоичная запись маски содержит единицы в тех разрядах, которые должны в IP-адресе интерпретироваться как номер сети.

Для стандартных классов сетей маски имеют следующие значения:

- класс A – (255.0.0.0);
- класс B – (255.255.0.0);
- класс C – (255.255.255.0).

Снабжая каждый IP-адрес маской, можно отказаться от понятий классов адресов и сделать более гибкой систему адресации. Механизм масок широко распространен в IP-маршрутизации, причем маски могут использоваться для самых разных целей. С их помощью администратор может структурировать свою сеть, не требуя от поставщика услуг дополнительных номеров сетей. На основе этого же механизма поставщики услуг могут объединять адресные пространства нескольких сетей путем введения так называемых «префиксов» с целью уменьшения объема таблиц маршрутизации и повышения за счет этого производительности маршрутизаторов.

Доменная система имен

В стеке TCP/IP применяется доменная система символьных имен, которая имеет иерархическую древовидную структуру, допускающую использование в имени произвольного количества составных частей (рис. 2.7).

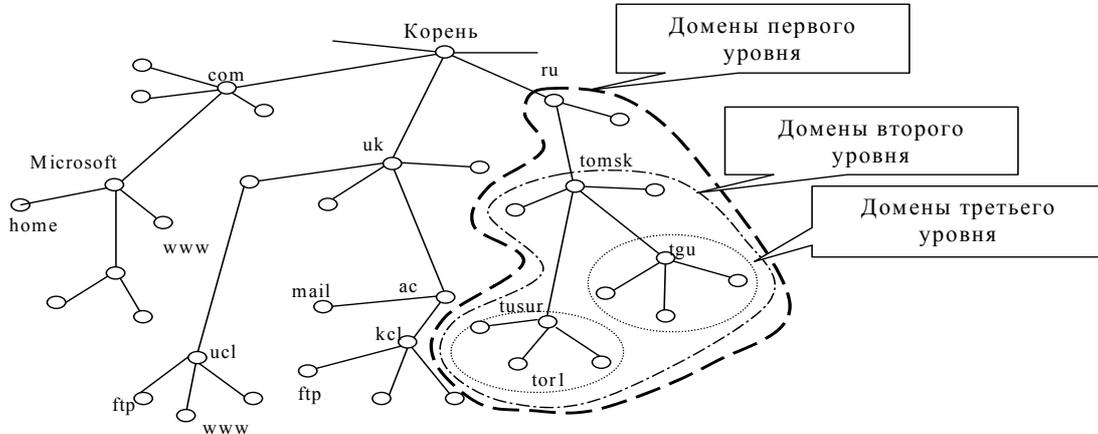


Рисунок 2.7 – Пространство доменных имен

Дерево имен начинается с корня, обозначаемого здесь точкой (.). Затем следуют старшая символьная часть имени, вторая по старшинству символьная часть имени и т. д. Младшая часть имени соответствует конечному узлу сети. Составные части доменного имени отделяются друг от друга точкой. Например, в имени `partnering.microsoft.com` составляющая `partnering` является именем одного из компьютеров в домене `microsoft.com`. Соответствие между доменными именами и IP-адресами может устанавливаться как средствами локального хоста с использованием файла `hosts`, так и с помощью централизованной службы DNS, основанной на распределенной базе отображений «доменное имя – IP-адрес».

Основу транспортных средств стека протоколов TCP/IP составляет протокол межсетевого взаимодействия (Internet Protocol, IP). Он обеспечивает передачу дейтаграмм от отправителя к получателям через объединенную систему компьютерных сетей. Название данного протокола – Internet Protocol – отражает его суть: он должен передавать пакеты между сетями. В каждой очередной сети, лежащей на пути перемещения пакета, протокол IP вызывает средства транспортировки, принятые в этой сети, чтобы с их помощью передать этот пакет на маршрутизатор, ведущий к следующей сети, или непосредственно на узел-получатель.

Протокол IP относится к протоколам без установления соединений. Перед IP не ставится задача надежной доставки сообщений от отправителя к получателю. Протокол IP обрабатывает каждый IP-пакет как независимую единицу, не имеющую связи ни с какими другими IP-пакетами. Важной особенностью протокола IP, отличающей его от других сетевых протоколов (например, от сетевого протокола IPX), является его способность выполнять динамическую фрагментацию пакетов при передаче их между сетями с различными, максимально допустимыми значениями поля данных кадров MTU.

Свойство фрагментации во многом способствовало тому, что протокол IP смог занять доминирующие позиции в сложных составных сетях.

Программные модули протокола IP устанавливаются на всех конечных станциях и маршрутизаторах сети. Для продвижения пакетов они используют таблицы маршрутизации. Вид таблицы IP-маршрутизации зависит от конкретной реализации маршрутизатора, но, несмотря на достаточно сильные внешние различия, в таблицах всех типов маршрутизаторов есть все ключевые поля, необходимые для выполнения маршрутизации. Существуют несколько источников, поставляющих записи в таблицу маршрутизации. Во-первых, при инициализации программное обеспечение стека TCP/IP заносит в таблицу записи о непосредственно подключенных сетях и маршрутизаторах по умолчанию, а также записи об особых адресах типа 127.0.0.0. Во-вторых, администратор вручную заносит статические записи о специфичных маршрутах или о маршрутизаторе по умолчанию. В-третьих, протоколы маршрутизации автоматически заносят в таблицу динамические записи об имеющихся маршрутах. Эффективным средством структуризации IP-сетей являются маски, которые позволяют разделить одну сеть на несколько подсетей.

Все описанные выше свойства протокола IP привели к большой популярности этой технологии. И на сегодняшний день она развивается бурными темпами. По IP сетям сегодня успешно передают как данные, так и звуковой, и видео трафик.

2.10 Frame Relay

Сети Frame Relay – сравнительно новые сети, которые гораздо лучше подходят для передачи пульсирующего трафика локальных сетей по сравнению с сетями X.25. Правда, это преимущество проявляется только тогда, когда каналы связи приближаются по качеству к каналам локальных сетей.

Преимущество сетей frame relay заключается в их низкой протокольной избыточности и дейтаграмном режиме работы, что обеспечивает высокую пропускную способность и небольшие задержки кадров. Надежную передачу кадров технология frame relay не обеспечивает. Сети frame relay специально разрабатывались как общественные сети для соединения частных локальных сетей. Они обеспечивают скорость передачи данных до 2 Мбит/с.

Особенностью технологии frame relay является гарантированная поддержка основных показателей качества транспортного обслуживания локальных сетей – средней скорости передачи данных по виртуальному каналу при допустимых пульсациях трафика. Кроме технологии frame relay, гарантии качества обслуживания на сегодня может предоставить только технология АТМ, в то время как остальные технологии предоставляют требуемое качество обслуживания только в режиме «с максимальными усилиями» (best effort), то есть без гарантий.

Технология frame relay в сетях ISDN стандартизована как служба. Эта технология использует для передачи данных технику виртуальных соедине-

ний, аналогичную той, которая применялась в сетях X.25, однако стек протоколов frame relay передает кадры (при установленном виртуальном соединении) по протоколам только физического и канального уровней, в то время как в сетях X.25 и после установления соединения пользовательские данные передаются протоколом 3-го уровня. Кроме того, протокол канального уровня LAR-F в сетях frame relay имеет два режима работы – основной (core) и управляющий (control). В основном режиме, который фактически практикуется в сегодняшних сетях frame relay, кадры передаются без преобразования и контроля, как и в коммутаторах локальных сетей. За счет этого сети frame relay обладают весьма высокой производительностью, так как кадры в коммутаторах не подвергаются преобразованию, а сеть не передает квитанции подтверждения между коммутаторами на каждый пользовательский кадр, как это происходит в сети X.25. Пульсации трафика передаются сетью frame relay достаточно быстро и без больших задержек.

Использование сетей Frame Relay

Услуги frame relay обычно предоставляются теми же операторами, которые эксплуатируют сети X.25. Большая часть производителей выпускает сейчас коммутаторы, которые могут работать как по протоколам X.25, так и по протоколам frame relay. Технология frame relay начинает занимать в территориальных сетях с коммутацией пакетов ту же нишу, которую заняла в локальных сетях технология Ethernet. Сети frame relay следует применять только при наличии на магистральных каналах волоконно-оптических кабелей высокого качества. Каналы доступа могут быть и на витой паре, как это разрешает интерфейс G.703 или абонентское окончание ISDN. Используемая на каналах доступа аппаратура передачи данных должна обеспечить приемлемый уровень искажения данных – не ниже 10⁻⁶.

На величины задержек сеть frame relay гарантий не дает, и это основная причина, которая сдерживает применение этих сетей для передачи голоса. Передача видеозображения тормозится и другим отличием сетей frame relay от АТМ – низкой скоростью доступа в 2 Мбит/с, что для передачи видео часто недостаточно. При использовании постоянного виртуального канала сеть frame relay хорошо подходит для объединения локальных сетей с помощью мостов, так как в этом случае от моста не нужна поддержка механизма установления виртуального канала, что требует некоторого программного «интеллекта». Чаще доступ к сетям frame relay реализуют не удаленные мосты, а маршрутизаторы.

Виртуальные каналы в качестве основы построения корпоративной сети имеют один недостаток – при большом количестве точек доступа и смешанном характере связей необходимо большое количество виртуальных каналов, каждый из которых оплачивается отдельно. В сетях с маршрутизацией отдельных пакетов, таких как TCP/IP, абонент платит только за количество точек доступа.

3 ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТУ

Эти требования зависят от конкретного типа проектируемой телекоммуникационной системы, но вместе с тем содержат и общие положения. Ниже будут приведены такие требования применительно к региональной корпоративной сети передачи данных и голосового трафика.

3.1 Назначение и цели создания распределенной корпоративной сети передачи данных (РКСПД)

Целями создания КСПД являются:

- создание единой информационно-вычислительной среды, объединяющей информационные потоки между структурными единицами предприятия;
- информационная поддержка принятия решений центральным аппаратом предприятия, в том числе оперативного доступа к корпоративным базам данных с любого рабочего места сети.

Назначением разрабатываемой КСПД является информационная интеграция регионального и территориальных органов предприятия в единую корпоративную «интрасеть» с возможностью передачи данных, видео, голоса и факсимильных сообщений с гарантированным временем доступа к информационным ресурсам сети, с круглосуточным бесперебойным функционированием и заданным классом защиты от несанкционированного доступа (например не ниже 1Г), при этом задается скорость передачи данных на всех уровнях иерархии сети от центрального узла до конечных пользователей.

Создаваемая КСПД должна выполнять свои функции в соответствии с назначением.

3.2 Организационная структура объекта автоматизации

1. Предприятия имеют в своем составе структурные подразделения, расположенные в разных населенных пунктах региона, которые должны быть описаны, например:

- региональный центр в городе Томске (РегЦ);
- управления предприятий с соответствующими функциями;
- районные пункты – отделы предприятий с соответствующими функциями.

2. Учреждения предприятий могут быть организованы по строгой иерархической структуре подчинения. Возможны другие структуры.

3. В процессе проектирования необходимо учитывать, что состав, структура и функции некоторых Управлений (Отделов) и их структурных

подразделений могут частично меняться в ходе реорганизации предприятия, слияния и сокращения районных управлений (отделов).

3.3 Характеристика процессов сбора, обработки и передачи информации

В рамках обозначенной информационной структуры дается характеристика информационных процессов для всех характерных звеньев взаимодействия, а именно характеристики первичных данных, систем управления базами данных, систем обеспечения данными.

Кроме того, должны быть выявлены и обозначены информационные процессы, общие для всех структурных подразделений предприятия. Это относится к телефонной связи, электронной почте и т.п.

3.4 Структура и характеристика КСПД

1. КСПД является транспортной инфраструктурой, которая предназначена для предоставления возможности передачи информации между структурными подразделениями и сотрудниками предприятия и обеспечения их доступа к ресурсам автоматизированных систем предприятия.

2. Все сотрудники структурных подразделений предприятия и автоматизированные системы, объединенные в локальные вычислительные сети (ЛВС), использующие услуги передачи данных, являются абонентами КСПД.

3. Абоненты в составе ЛВС подключаются к узлам КСПД, которые представляют собой определенный состав взаимодействующего оборудования, обеспечивающего передачу данных по каналам связи другим узлам КСПД.

4. В соответствии с изложенным, КСПД рассматривается как множество узлов, связанных между собой каналами связи.

5. В составе КСПД выделяются следующие функциональные системы:

- каналы связи;
- оборудование передачи данных;
- система управления КСПД;
- средства обеспечения безопасного доступа в Интернет.

3.5 Требования к проектированию КСПД

Проектирование КСПД подразделяется на следующие этапы:

1. Анализ требований – формулирование основных целей создания КСПД предприятия, обеспечивающее сокращение производственного цикла, более оперативную обработку информации, повышение производительности труда за счет более эффективного взаимодействия сотрудников.

2. Разработка бизнес-модели, описывающей процедуры, последовательность и взаимозависимость всех выполняемых на предприятии работ.

3. Разработка технической модели. Проведение необходимого предпроектного обследования всего имеющегося оборудования, определение требования к новой системе (при этом требования формулируются не с технической точки зрения, а с позиции руководителей и пользователей КСПД). Определение полного функционального набора необходимых аппаратных средств.

4. Разработка физической модели. Она является подробным описанием конкретных продуктов, их количества, технических параметров и способов взаимодействия.

5. Для каждого из перечисленных этапов и отдельных более мелких задач в процессе проектирования должно быть разработано техническое задание.

3.6 Требования к составу, содержанию и оформлению технического предложения

1. Техническое предложение по созданию корпоративной сети передачи данных предприятий должно включать в себя:

- общую пояснительную записку;
- спецификации оборудования для построения КСПД;
- спецификацию комплекта ЗИП для узлов КСПД;
- краткое описание применяемого оборудования и программного обеспечения;
- расчет пропускной способности требуемых каналов связи;
- основы и способы проведения выполняемых работ.

2. Общая пояснительная записка должна включать в себя описание и схемы предлагаемых технических решений по построению узлов КСПД.

3. Общая пояснительная записка должна включать в себя таблицы характеристик подключений по типам узлов КСПД. В приводимых таблицах должны быть заполнены все ячейки. Для таких неопределяемых параметров, как количество нижестоящих подключаемых узлов, применяется значение «Не определяется».

4. Общая пояснительная записка должна содержать описание характеристик всего используемого маршрутизирующего оборудования. Характеристики приводятся в общей таблице, столбцы которой соответствуют маршрутизирующему оборудованию. (? Форма приведена в Таблице 10 приложения 3 к данному пособию ?). Для каждого оборудования заполняются либо числовые параметры, либо качественные характеристики функционирования данного оборудования.

5. На приводимых схемах должны быть обозначены все элементы, в том числе оборудование передачи данных, каналы связи, интерфейсы подключения.

6. Спецификация оборудования для построения узлов КСПД должна включать оборудование в соответствии с предоставленными техническими решениями и в количестве, необходимом для создания узлов КСПД. Спецификация оформляется в виде таблицы, и должна включать в себя для каждого наименования оборудования или материала:

- парт-номер по каталогу производителя;
- наименование оборудования или материала по каталогу производителя;
- наименование оборудования или материала на русском языке;
- единицу измерения;
- количество.

7. Спецификация оборудования приводится отдельно для каждого создаваемого узла КСПД.

8. Спецификация комплекта ЗИП для узлов КСПД приводится из расчета не менее 10% от общего количества сменных модулей в оборудовании передачи данных всех КСПД.

9. Краткое описание применяемого оборудования и программного обеспечения необходимо оформить как приложение к техническому приложению.

10. В рамках технического предложения должен быть выполнен расчет требуемого количества каналов связи для узлов КСПД. При расчете принять, что средняя нагрузка для междугороднего суммарного трафика каждого зла составляет 0,6 Эрл, причем 80% вызовов будут состоять между ОПФР и МРП (УПРФ).

11. Предложение должно содержать исчерпывающую информацию по проведению проектных работ, описание этапности выполнения действий, способы формирования анализа требований, построения физической и технологической модели проектирования, проведения обследования объектов.

3.7 Требования к КСПД

3.7.1 Общие требования

Техническое предложение по построению КСПД предприятия должно включать в себя следующие технические решения:

- техническое решение по построению узлов КСПД;
- техническое решение по ведомственной телефонной связи;
- техническое решение по системе управления КСПД;
- техническое решение по организации безопасного доступа в Интернет.

3.7.2 Требование к структуре КСПД

1. Топология структуры КСПД в рамках ОПФР региона должна представлять собой иерархическое дерево, объединяющее все узлы КСПД.

– Верхний уровень КСПД ОПРФ – это узел РегЦ. РегЦ соединяется каналами связи с вышестоящим узлом – с ЦА ПФР (г. Москва), дополнительно РегЦ как узел КСПД соединяется каналами связи с Отделами/Управлениями, с подчиненными МПР.

– Второй уровень – узлы МПР, которые соединяются каналами связи с вышестоящим узлом РегЦ и нижестоящим уровнем – с узлами КСПД, расположенными в подчиненных данному МПР Отделах/Управлениях.

– Третий уровень – узлы РП (Отделения/Управления), которые соединяются каналами связи с вышестоящим узлом – с РегЦ или с МПР, которому они подчинены.

2. Для передачи данных между узлами КСПД используются собственные или адресуемые у региональных операторов каналы связи.

3. Топология КСПД представлена в Приложении.

3.7.3 Функциональные требования к КСПД

1. Техническое решение и спецификация по составу оборудования КСПД должны обеспечивать передачу данных в направлениях и способами, указанными в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Направление и способы передачи данных

№	Направление передачи	Назначение	Способ передачи, используемые протоколы
1	Предприятие – ЦА в г. Москве	Руководящие и информационные документы в электронном виде	Электронная почта, протокол IP
		Фрагменты или полные базы данных	Протокол SNA между AS/400
2	Предприятие – МПР ОПРФ – Управления	Руководящие и информационные документы в электронном виде	Электронная почта, протокол IP
3	ОПРФ – Отделы	Данные пакетов штатных и служебных программ	Протокол IP

Продолжение табл. 3.1

№	Направление передачи	Назначение	Способ передачи, используемые протоколы
		Фрагменты или полные базы данных	Протокол SNA между AS/400, протокол IP между ПК и AS/400
4	МРП – ОПРФ Управления – ОПРФ	Отчеты и исполнительная документация	Электронная почта, протокол IP
5	Отделы – ОПРФ	Фрагменты или полные базы данных	Протокол SNA между AS/400, протокол IP между ПК и AS/400
		Данные пакетов штатных и служебных программ	Протокол IP
6	ОПРФ – остальные узлы КСПД	Телефонная и факсимильная связь	Телефонная и факсимильная связь осуществляется без использования ТФОП
7	МРП – остальные узлы КСПД	Телефонная и факсимильная связь	Телефонная и факсимильная связь осуществляется без использования ТФОП
8	Управление или Отдел – остальные узлы КСПД	Телефонная и факсимильная связь	Телефонная и факсимильная связь осуществляется без использования ТФОП

2. КСПД должна обеспечивать передачу данных непрерывно.

3. КСПД должна функционировать в автономном режиме, т.е. независимо от работы ее абонентов.

4. Оборудование передачи данных узлов КСПД при отказе основных каналов связи должно обеспечивать автоматическое переключение на резервные каналы или маршруты связи (при наличии таковых на конкретных узлах).

5. Технические решения по построению КСПД должны обеспечивать возможности по масштабированию и развитию системы с учетом следующих факторов:

- увеличение технической оснащенности подразделений предприятия и увеличение телекоммуникационных технологий;
- увеличение количества абонентов КСПД (в первую очередь за счет подключения внешних организаций);
- увеличение трафика абонентов КСПД, что повлечет за собой переход на цифровые каналы связи с большей пропускной способностью;
- увеличение количества узлов КСПД.

3.7.4 Требования к оборудованию и интерфейсам узлов КСПД

1. Оборудование узлов КСПД должно обеспечивать передачу данных по каналам связи и с использованием интерфейсов в соответствии с таблица 3.2.

Таблица 3.2 – Характеристика каналов связи и интерфейсов для узла РегЦ

№	Тип узла, каналы связи	Показатель канала связи/интерфейса оборудования	Примечания
1	Связь с вышестоящим узлом – с ЦА ПФР в г. Москве	Один арендуемый канал связи с пропускной способностью не менее 2 Мбит/с. Расстояние до узла оператора связи не более 2-х км.	Предусмотреть АКД на стороне узла КСПД и на стороне узла оператора связи.
2	Связь с нижестоящими узлами – с МРП	Один арендуемый канал связи с пропускной способностью не менее 2 Мбит/с. Расстояние до узла оператора связи не более 2-х км.	Предусмотреть оборудование канальной связи на стороне узла КСПД и на стороне узла оператора связи.
3	Связь с ЛВС	По протоколу Ethernet/FastEthernet 10/100Base-T	При разработке технического решения принимать, что в оборудовании ЛВС имеется не менее 2-х свободных портов Ethernet 10/100Base-T
4	Резервные каналы связи	До 8 каналов связи для коммутируемого доступа к КСПД через ТФОП	Для резервных каналов связи на узле КСПД должна быть предусмотрена соответствующая АКД

Аналогичные таблицы составляются для нижних уровней иерархии.

2. Количество каналов и интерфейсов в узлах РегЦ и МРП для связи с подчиненными подразделениями определяется исходя из перечня структурных подразделений предприятия.

3. Маршрутизирующее оборудование, устанавливаемое в узлах КСПД, должно иметь производительность в IP-пакетах:

- для РегЦ – не менее 50 Кпакет/с (Kpps);
- для МРП – не менее 20 Кпакет/с;
- для РП – не менее 10 Кпакет/с.

4. Маршрутизирующее оборудование, установленное в узле РегЦ, должно быть оснащено резервным блоком питания и процессорным модулем.

3.7.5 Требования к телефонной и факсимильной связи

1. Услуги телефонной и факсимильной связи предоставляются для всех сотрудников предприятия независимо от их принадлежности к тому или иному структурному подразделению.

2. Услуги телефонной и факсимильной связи предоставляются на основе создаваемой ведомственной телефонной сети.

3. Требования к составу технического решения по ведомственной телефонной сети приведены разделе 5 настоящего пособия.

3.7.6 Требования к системе управления КСПД

1. РегЦ должен иметь в своем составе центр управления КСПД, который должен обеспечить централизованный мониторинг, управление и конфигурирование распределенной системы.

2. Система управления КСПД базируется на стеке протоколов ТСР/IP и обеспечивает управление оборудованием КСПД.

3. Центр управления должен базироваться на специальном программном обеспечении, устанавливаемом на выделенном средстве вычислительной техники.

4. В своем составе система управления должна иметь одну или несколько консолей – рабочие места оператора системы с соответствующим программным обеспечением. Программное обеспечение рабочего места оператора должно представлять для работы графический пользовательский интерфейс.

5. ПО управления должно обеспечивать следующие основные функции:

- отслеживание состояния сетевых сервисов;
- определение и отслеживание изменений топологии КСПД;
- отслеживание состояния активного сетевого оборудования и программного обеспечения;
- получение информации об изменениях состояния интерфейсов; сбоях в интерфейсных модулях, событиях превышения пороговых значений, таких как степень загрузки каналов связи, показатель загрузки процессоров и оперативной памяти;

– формирование последовательных воздействий на управляемые объекты в зависимости от причин отказов.

6. Система управления должна осуществлять взаимодействие с объектами управления по протоколу SNMP.

7. Техническое предложение должно включать в себя спецификацию средств вычислительной техники и программного обеспечения системы управления КСПД.

8. Спецификация средств вычислительной техники и программного обеспечения должна быть представлена в объеме, достаточном для управления всем количеством оборудования передачи данных и предусматривать увеличение количества управляемых объектов на 10% без модернизации СВТ и заказа дополнительных лицензий на программное обеспечение.

9. Спецификация на программное обеспечение должна включать полный комплект печатной документации на русском или, в случае отсутствия таковой, на английском языках.

3.7.7 Требования к информационной безопасности

1. Объектами защиты, безопасность которых необходимо предусмотреть и обеспечить при построении КСПД, являются:

- оборудование узлов КСПД;
- рабочие станции сервера, данные системы управления КСПД.

2. Технические решения должны содержать технические меры защиты, реализуемые в КСПД и обеспечивающие предоставление необходимых сервисов информационной безопасности:

- идентификация и аутентификация устройств, процессов, персонала технической поддержки КСПД;
- авторизация доступа к аппаратным, программным и информационным ресурсам узлов КСПД;
- обнаружение, регистрация и оперативное оповещение персонала, обслуживающего КСПД об инцидентах информационной безопасности;
- ведение журналов аудита событий безопасности;
- документирование действий оператора, управляющего активным оборудованием КСПД.

3. В рамках предложения должно быть представлено техническое решение и спецификация оборудования, обеспечивающего защищенный доступ любого сотрудника предприятия в сеть Интернет с целью передачи и получения электронной почты.

3.7.8 Требования к электропитанию, размещению и техническому обслуживанию оборудования КСПД

1. В составе узлов коркоротивной сети передачи данных (КСПД) должна быть предусмотрена система бесперебойного электропитания, которая должна обеспечить защиту оборудования от всех видов помех в сети электропитания, включая отключения электроэнергии. Аппаратные и программные решения системы должны исключать риск возможной утраты данных вследствие аварии системы энергоснабжения. Кроме того, системой электропитания должны обеспечиваться улучшение качества электропитания, возможность слежения за состоянием электросети.

2. В системах бесперебойного питания узлов КСПД типа регионального центра (РегЦ) и МРП должны использоваться источники бесперебойного питания (ИБП) типа on-line с двойным преобразованием.

3. В системе бесперебойного питания узлов КСПД типа РП должны использоваться ИБП только с синусоидальной формой выходного напряжения.

4. Для обеспечения развития следует предусмотреть резерв мощности ИБП на каждом узле КСПД не менее 20% от суммарной мощности установленного оборудования.

5. В ИБП должны использоваться герметичные, не требующие обслуживания батареи. Время автономной работы оборудования передачи данных узлов РегЦ и МРП от батареи ИБП – не менее 2-х часов, оборудования передачи данных прочих узлов (РП) – не менее 30 минут.

6. Расчет мощности ИБП и времени автономной работы должен определяться по максимальной потребляемой мощности установленного на узле КСПД оборудования передачи данных.

7. Электропитание оборудования КСПД должно осуществляться от сети электропитания переменного тока напряжением от 190 до 240 В с частотой 49–50 Гц.

8. Для размещения оборудования передачи данных узлов КСПД, а также ИБП необходимо предусмотреть специализированные монтажные шкафы со стандартными 19-дюймовыми монтажными профилями.

9. Оборудование должно функционировать при следующих параметрах окружающей среды:

- температура окружающей среды от 0° до 40° С;
- уровень относительной влажности от 10% до 85%.

3.8 Требования к ведомственной телефонной сети

3.8.1 Общие сведения

1. Основой ведомственной телефонной сети является совокупность каналов, каналообразующего и маршрутизирующего оборудования КСПД, предоставляющая на узлах КСПД стандартные телефонные интерфейсы для подключения УАТС и/или телефонных аппаратов

2. УАТС для телефонизации узла КСПД устанавливается в случаях, когда штат сотрудников в узле более 19 человек, в противном случае для телефонизации узла используются телефонные аппараты, подключенные непосредственно к оборудованию КСПД.

3. Соединения абонентов ведомственной телефонной сети между собой в пределах всего предприятия должны осуществляться по ведомственной телефонной сети.

4. Все абоненты должны иметь возможность осуществлять и принимать вызовы из ТфОП.

5. Для осуществления междугородных вызовов абонентами одного узла КСПД в ТфОП, являющуюся местной для другого узла КСПД, должна использоваться ведомственная телефонная сеть.

6. При использовании в техническом решении УАТС спецификация оборудования должна включать в себя:

- основное оборудование УАТС;
- оконечные абонентские устройства (цифровые и аналоговые);
- источник бесперебойного питания;
- программное обеспечение администрирования УАТС;
- модуль вывода информации о телефонных вызовах и программное обеспечение тарификации вызовов;
- эксплуатационную документацию на русском языке;
- средства вычислительной техники для ПО администрирования и тарификации.

7. При использовании в техническом решении УАТС должен быть предусмотрен единый для региона ЗИП. ЗИП должен включать в себя:

- портовые платы соединительных и абонентских линий в количестве не менее 10% от поставляемого оборудования;
- платы управления и сервисные платы в количестве 1 шт для каждого типа платы;
- оконечные абонентские устройства (цифровые и аналоговые) в количестве не менее 10% от поставляемого оборудования.

3.8.2 Требования по сертификации оборудования ведомственной телефонной сети

1. Применяемые УАТС должны иметь сертификат Государственного комитета Российской Федерации по связи и информатизации, позволяющий применять их на ВСС России в качестве УАТС (УПАТС) с функциями ЦСИО с интерфейсами: двухпроводным аналоговым абонентским, цифровым (Q.SIG, 2ВСК, АОН, декадный код, импульсный челнок), цифровым EDSS-1.

2. Другое применяемое оборудование телефонной сети также должно быть сертифицированным для работы в российских телефонных сетях.

3.8.3 Основные технические требования к УАТС

1. Предлагаемая УАТС должна быть с цифровой коммутацией, модульной конструкции.

2. Расширение УАТС (увеличение портовой емкости, добавление новых возможностей без замены ПО) должно осуществляться посредством добавления нового оборудования (плат, кабинетов, полок, модулей), обеспечивающего требуемую функциональность УАТС, при этом имеющееся оборудование должно сохраняться.

3. Модернизация УАТС, связанная с переходом на новую версию управляющей программы, должна осуществляться посредством замены ПО или заменой модулей управления УАТС.

4. Аппаратные и программные средства УАТС должны обеспечивать создание гетерогенной телефонной сети произвольной топологии с единым планом нумерации без использования фирменных протоколов производителей. УАТС должна поддерживать сигнализации:

- EDSS-1;
- Q.SIG;
- российскую 2ВСК;
- E&M.

5. УАТС должна иметь следующие стандартные функции:

- маршрутизация входящих и исходящих вызовов;
- автоматический выбор наименее загруженной линии при исходящем вызове;
- организацию очереди вызовов к занятому ресурсу УАТС;
- организацию групп абонентов с заданными свойствами;
- установку приоритетов пользования различных групп абонентов;
- долгосрочное хранение системной информации;
- уведомление занятого абонента о вызове;
- установление приоритетов и паролей доступа к соединительным линиям;

- ограничение исходящих и входящих вызовов;
- возможность администрирования и мониторинга УАТС с удаленной консоли с использованием прилагаемого программного обеспечения;
- вывод детальной информации о состоявшихся вызовах (для дальнейшего использования тарификационной системой).

6. УАТС должна иметь возможность:

- интеграции с оборудованием передачи данных локальных вычислительных сетей;
- предоставления пользователям услуг голосовой и факсимильной почты, голосовых объявлений, прямого внутреннего донабора, организации автосекретаря, подключения внешних устройств громкоговорящего оповещения;
- интеграции с оборудованием передачи данных стандарта DECT.

7. УАТС должна предоставлять пользователям набор стандартных сервисов УПАТС.

3.8.4 Требования по конфигурации УАТС

1. Для УАТС РегЦ необходимо использовать платы (карты) абонентских портов с плотностью не менее 16 портов на плату. Для УАТС МРП и РП необходимо использовать платы (карты) с плотностью не менее 4 порта на карту.

2. УАТС должна иметь емкость абонентских портов, определяемую штатом специалистов. Емкость портов соединительных линий должна составлять 20% от абонентской емкости. Емкость цифровых абонентских портов не должна превышать 25% от общей емкости абонентских портов.

3.8.5 Технические требования на сопряжение телефонного оборудования с КСПД

1. В случае установки УАТС техническое решение должно предусматривать реализацию голосового шлюза (между УАТС и КСПД) на оборудовании передачи данных КСПД.

2. Для соединения с голосовым шлюзом между УАТС и КСПД предусмотреть установку в УАТС и оборудование КСПД узла РегЦ интерфейсы PRI, в узлах МРП и РП интерфейсы BRI.

3. В случае подключения на узле телефонных аппаратов непосредственно к оборудованию КСПД на оборудовании каждого узла КСПД должны быть предусмотрены интерфейсы FXO/FXS.

3.8.6 Технические требования по условиям подключения к городской телефонной сети

УАТС должны обеспечивать подключения к ТфОП в соответствии с требованиями РД МС РФ «Общие принципы включения УПАТС на телефонных сетях общего пользования» и РД 45.120-2000 «Нормы технологического проектирования. Городские и сельские телефонные сети».

3.8.7 Требования по электропитанию УАТС

1. Электропитание УАТС должно обеспечиваться от источника номинальным напряжением 220 В, с предельными отклонениями от 176 В до 242 В и номинальной частотой 50 Гц с предельными отклонениями от 48 до 52 Гц.

2. Для обеспечения работы оборудования УАТС, при отключении электропитания, должен быть предусмотрен источник бесперебойного питания со временем работы не менее 2 часов для РегЦ и не менее 1 часа для УАТС МРП и РП.

3.8.8 Требования к программному обеспечению тарификации

Программное обеспечение должно иметь возможность тарификации вызовов всех внутренних абонентов УАТС, иметь интерфейс на русском языке.

3.9 Требования к используемому оборудованию и программному обеспечению

В данном разделе приводятся общие требования к используемому оборудованию узлов КСПД. Дополнительные требования приводятся в разделах настоящего документа.

3.9.1 Общие требования к используемому оборудованию и программному обеспечению

1. Оборудование должно соответствовать Государственным стандартам Российской Федерации, а также международным стандартам (по электробезопасности, уровням электромагнитного излучения, шума, вибрации, по энергосбережению и др.).

2. Оборудование должно быть новым и соответствовать заявленной производителем функциональности. Система обеспечения качества производства должна подтверждаться наличием у изготовителя сертификатов ISO 9001, ISO 9002.

3. Оборудование должно иметь сертификаты соответствия ГОСТ-Р Госстандарта России.

Примечание. Рассмотрение технического предложения, в котором используется новая модель оборудования, еще не прошедшая сертификацию, допускается в том случае, если участник тендера обязуется предоставить сертификат ГОСТ-Р к моменту начала поставок.

4. Сетевое оборудование, используемое для выхода в ВСС России (для присоединения к операторам связи), должно, помимо сертификатов ГОСТ-Р, иметь сертификаты соответствия Министерства Российской Федерации по Связи и Информатизации.

3.9.2 Требования к маршрутизирующему оборудованию передачи данных

1. Маршрутизирующим оборудованием передачи данных является оборудование, функционирующее в соответствии с уровнями модели OSI. Оборудование должно поддерживать:

- коммутацию пакетов Frame Relay (при необходимости) с возможностью организации постоянных виртуальных соединений (PVC);
 - стек протоколов TCP/IP
- и осуществлять маршрутизацию IP-пакетов.

2. Оборудование должно обеспечивать поддержку следующих протоколов TCP/IP маршрутизации:

- OSPF;
- RIP.

3. Оборудование должно включать средства для гарантирования определенной полосы пропускания различным видам трафика и/или минимальной задержки определенному типу трафика. Средства должны включать в себя следующие механизмы:

- классификация трафика;
- разделение полосы пропускания между классами трафика на любом интерфейсе в любой пропорции;
- приоритезация одного класса трафика над остальными с целью обеспечения этому типу трафика минимально возможной задержки при передаче пакета через интерфейс;
- возможность установки не менее 4-х уровней приоритезации (голос, SNA, служебные данные – LAN, Интернет – электронная почта);
- управление вероятностью уничтожения пакета для разных классов трафика при перевыполнении выходных очередей на интерфейсе;
- ограничение потока входящего трафика для различных классов.

4. Указанные механизмы должны работать на всех типах физических интерфейсов, заявленных в требованиях.

5. Оборудование должно обеспечивать поддержку инкапсуляции для последовательных интерфейсов Frame Relay (при необходимости).

6. Оборудование должно обеспечивать поддержку SNMP сервисов, обеспечивая возможность изменения основных конфигураций всех логических и физических интерфейсов, а также мониторинг их параметров (число ошибок, состояние интерфейса и т.п.).

7. Предлагаемое оборудование должно быть оснащено функционально стабильной версией программного обеспечения и иметь возможность его оперативной замены в независимости от объема установленной памяти.

4 ПРИНЦИПЫ И МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЕЙ

При проектировании крупных компьютерных сетей специалист должен учитывать и анализировать множество факторов, исходя из которых, он должен принять решение о том или ином техническом исполнении поставленной задачи. Ниже будет приведена методика проектирования по определенному алгоритму с анализом необходимых факторов. Как показывает практика проектирование корпоративных сетей – это на 90% аналитическая работа и применение личного опыта и лишь на 10% математические расчеты.

4.1 Постановка задачи

Самое важное при проектировании корпоративных сетей наравне со знанием технических вопросов – это правильная постановка и формулирование задачи. На самом начальном этапе необходимо строго определить круг вопросов, подлежащих разработке, цели и задачи предстоящей работы. Исходя из этих соображений формируется план и очередность разрабатываемых вопросов, но несмотря на это на каждом этапе проектирования следует учитывать три очень важных аспекта:

- 1) экономический;
- 2) организационный;
- 3) территориальный.

К экономическим факторам относятся такие вопросы, как стоимость самого проектирования, стоимость оборудования предполагаемого к использованию, стоимость подключения и предоставляемых услуг, а также затраты на пуско-наладочные работы и эксплуатацию сети. Кроме того, принимаются во внимание ориентировочные затраты на расширение сети и улучшение качества обслуживания.

К организационным аспектам относятся такие вопросы, как соблюдение корпоративных интересов заказчика и исполнителя работ, определение фирм-участников выполнения поставленной задачи. Рассматриваются возможности привлечения альтернативных операторов связи, а также вопросы обеспечения безопасности передаваемых данных.

К территориальным аспектам относится анализ таких вопросов, как территориальное расположение подразделений корпорации, наличие или отсутствие операторов связи в данном регионе.

Все эти три аспекта очень важны, и при проектировании их следует рассматривать в комплексе, без отрыва друг от друга, только тогда будет найдено наиболее рациональное решение поставленной задачи.

4.2 Анализ этапов проектирования корпоративной сети

Методику проектирования компьютерных сетей можно выразить в виде нескольких этапов:

1. Получение технического задания.
2. Определение структуры предприятия и его иерархии.
3. Определение направлений информационных потоков между подразделениями корпорации.
4. Оценка топологий сетей операторов связи в данном регионе.
5. Определение экономической эффективности предполагаемого варианта реализации корпоративной сети.
6. Техническое решение проектирования сети.

Блок-схема алгоритма расчета корпоративной сети представлен на рисунке 4.1.



Рисунок 4.1 – Алгоритм расчета корпоративной сети

Чтобы лучше разобраться в этой методике, необходимо дать характеристику каждому этапу.

Самым первым шагом при проектировании является получение технического задания. От этого этапа в целом зависит весь процесс проектирования. Необходимо четкое формулирование поставленной задачи. Требуется понять, что клиент хочет получить в конечном итоге, какие технические требования он закладывает и соответствуют ли они реальным потребностям организации, так как зачастую заказчиком вследствие слабого знания вопроса выдвигаются такие технические требования, которые не соответствуют ни реальным потребностям, ни возможностям организации. Кроме того, в рамках проектирования корпоративной сети следует учитывать возможность решения нескольких проблем, стоящих перед организацией, вместо одной, затребованной заказчиком. Например, параллельно с проектированием ЛВС подразделений организации проводятся расчеты для налаживания телефонной связи при помощи установки УАТС. Вследствие этого себестоимость решения каждой конкретной проблемы значительно уменьшается.

Следующим этапом проектирования является определение иерархической структуры предприятия. Без выяснения этого вопроса невозможно будет сконфигурировать корпоративную сеть. Нельзя будет определить направления информационных потоков внутри организации, а следовательно, проектирование каналов связи между ее подразделениями невозможно. В качестве примера возьмем произвольную структуру гипотетической организации (рис. 4.2).



Рисунок 4.2 – Иерархическая структура гипотетической организации

Согласно этому рисунку, существует определенная головная организация, которой подчинены представительства, находящиеся в регионах,

они имеют в своем подчинении филиалы, которым, в свою очередь, подчинены местные отделения.

После того как определена структура организации, необходимо переходить к следующему этапу проектирования – определению направлений информационных потоков. Это сделать достаточно легко, поскольку в основном направление этих потоков соответствует иерархическим связям организации. Данные из местных отделений поступают в соответствующие филиалы, в которых они обрабатываются, и необходимые результаты передаются далее. Существует и обратный поток данных в виде всевозможных запросов и подтверждений. Уже на данном этапе проектирования можно определить проблемные участки будущей сети – эти участки специалисты называют «узкое горло». Поясним что это такое. Местные отделения организации, как правило, территориально распределены и зачастую на очень большой территории. Каналы связи от этих отделений коммутируются на определенном узле связи оператора, из которого трафик от всех отделений поступает по одному каналу связи к вышестоящему подразделению организации, т.к. тянуть линии связи от каждого отделения на большие расстояния экономически невыгодно. Отсюда возникает сложность с расчетом необходимой пропускной способности этого канала. Пример расположения «узкого горла» на основе рисунка «Иерархическая структура предприятия» показан на рисунке 4.3.

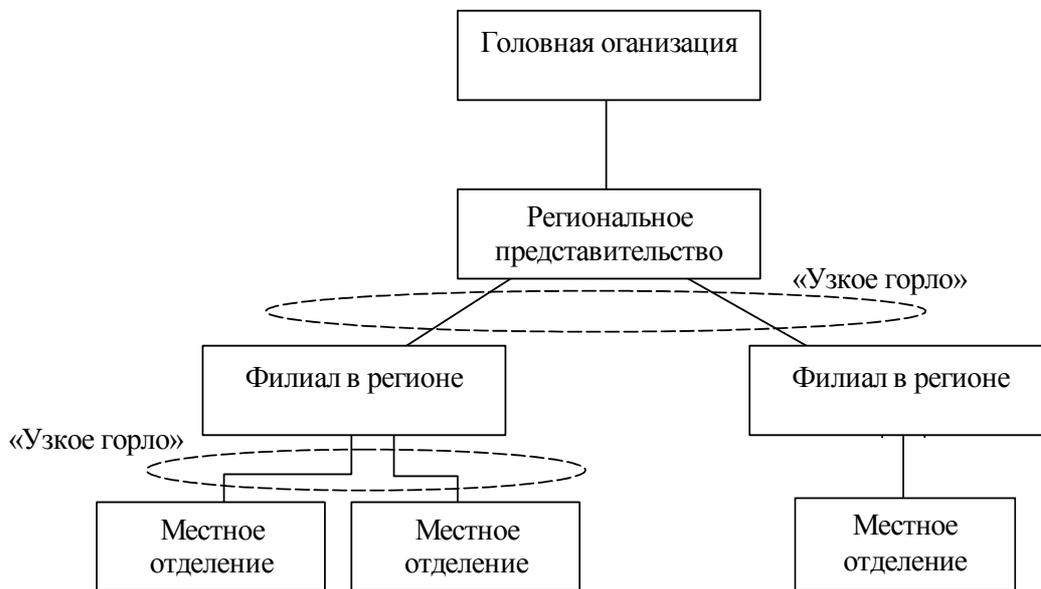


Рисунок 4.3 – Распределение проблемных участков в корпоративной сети

После того как проведен анализ трех вышеописанных этапов, необходимо перейти к следующему – оценке топологии сети оператора связи. Первоначально необходимо собрать информацию о том, сколько операторов связи существует в данном регионе, а затем определить топологию их

сетей. Из этого можно будет сделать вывод о том, какие услуги и где они могут оказать. При проектировании корпоративных сетей следует исходить из тех соображений, что сеть должна состоять, по возможности, из однородных элементов. А также чтобы в предоставлении услуг связи участвовало как можно меньше операторов связи. Это требование необходимо соблюдать из соображений безопасности и обеспечения более эффективной работы. Как уже было сказано в разделе 4.1, на каждом этапе проектирования корпоративной сети необходимо принимать в расчет три фактора: экономический, политический и территориальный. Применительно к данному этапу учет этих аспектов будет выражен в следующем: сможет ли определенный оператор связи оказать необходимые услуги с требуемым качеством за наименьшие деньги; следует ли привлекать к работе других операторов связи. При этом придется учитывать корпоративные интересы как организации-заказчика, так и исполнителя работ.

После того как мы провели анализ четырех вышеописанных этапов проектирования и перед выбором конкретного технического решения реализации корпоративной сети, необходимо провести оценку экономической эффективности предполагаемой реализации сети. Эта оценка будет заключаться в том, чтобы определить ориентировочную стоимость разработки сети, которая будет состоять из оценки стоимости работ, стоимости необходимого оборудования и потенциальных возможностей клиента по оплате затрат. На этом этапе складываются контуры будущей сети, на каких технологиях ее можно построить, каких производителей сетевого оборудования выбрать и т.п.

Последний и самый масштабный этап проектирования – это техническое решение проектирования корпоративной сети. Он подразделяется на два основных этапа. Первый - это проектирование коммуникационной среды между ЛВС подразделений организации, второй – проектирование самих ЛВС. Каждый из этих этапов имеет свои отличительные особенности. Рассмотрим каждый из них в отдельности.

На первом этапе ЛВС подразделений рассматриваются как узлы, которые необходимо увязать в общую корпоративную сеть. Нас не интересует, как организованы ЛВС в плане их топологии, территориального расположения и т.п. Мы берем список отделений, которые необходимо объединить в сеть, делаем территориальную привязку к местности, затем относительно топологии сети оператора связи принимаем решение о способах подключений узлов к сети оператора. Если на данной территории нет ни одного оператора, то рассматривается вопрос о прокладке своих линий связи, если это экономически целесообразно. Производим окончательный выбор технологий передачи данных и необходимого сетевого оборудования, согласуя данный вопрос с заказчиком. Выбираем способы подключения и тарифы.

На втором этапе выработки технического решения проектируем ЛВС подразделений корпорации. Схема проектирования остается такой же, правда с некоторыми упрощениями и дополнениями. Так же проводится анализ обстановки в местах будущего расположения сетей. Производится выбор сетевой технологии, на основе которой будет функционировать вычислительная сеть. Этот выбор делается опять же с учетом экономических, организационных и территориальных аспектов.

Принцип, которым руководствуется специалист, определяя, какие сетевые технологии следует использовать при построении корпоративной сети, можно выразить так: это компромисс между возможностями используемых технологий и затратами на их реализацию. Здесь учитывается очень много факторов, например: наличие или отсутствие кабельной сети в организации, вид передаваемого трафика, выполнение требований, предъявляемых к сети, наличие агрессивных сред, электромагнитных помех и сложных климатических условий. Учитывая все эти факторы, инженер рассчитывает несколько вариантов реализации сети и выбирает наиболее приемлемый вариант по соотношению цена/качество.

Важным моментом в работе специалиста является выбор наиболее экономичной и удобной топологии корпоративной сети, потому что от этого во многом будет зависеть работа всей сети и возможность усовершенствования ее в будущем.

4.2.1 Метод сетевых шаблонов

При проектировании сетей, как правило, используются две процедуры:

- 1) выбор топологии сети;
- 2) использование сетевых шаблонов.

В настоящее время широко используются топологии типов «звезда» и «кольцо» и их комбинации (рисунок 4.4).

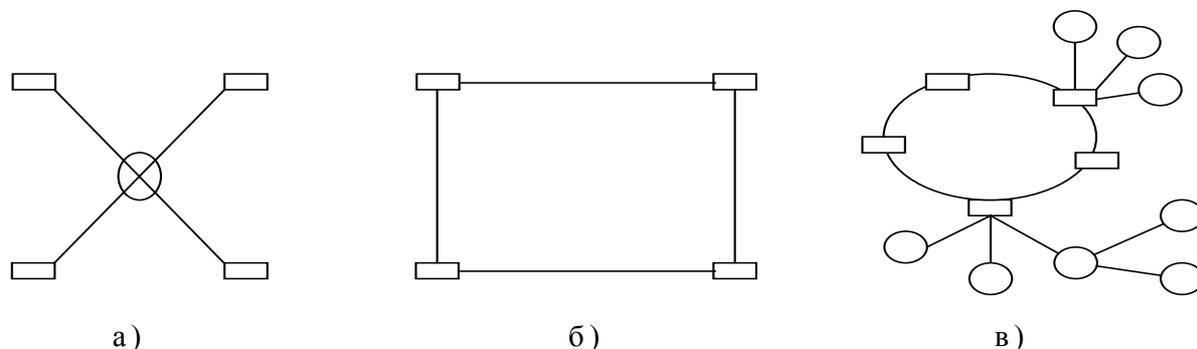


Рисунок 4.4 – Типовые топологии сетей передачи данных: звезда (а), кольцо (б), комбинированная (в)

Приведем примеры реализации этих топологий с применением различных сетевых шаблонов, которые наиболее часто используются при проектировании сетей.

Для различных типов сетей используются различные шаблоны их построения. Например, существуют сетевой шаблон глобальной сети, городской сети, расширенной локальной сети, шаблон центрального офиса. В нашем пособии мы рассмотрим сетевые шаблоны как типовые составляющие части, из которых строятся корпоративные сети.

На этапе реализации локальных сетей отделов может быть применена организация сети по следующим сетевым шаблонам:

организация сети по топологии звезда с использованием концентратора, а для связи с другими сетями – коммутатора. Этот шаблон показан на рисунке 4.5. При необходимости зачастую рациональнее вместо Hub ставить Switch.

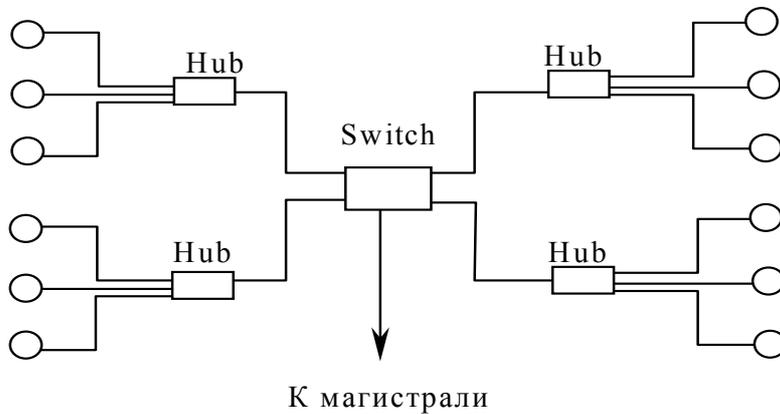


Рисунок 4.5 – Организация сети с использованием концентратора и коммутатора

На магистральном участке корпоративной сети в зависимости от используемой технологии применяются либо коммутаторы доступа к другим крупным сетям и Internet, либо маршрутизаторы, как это показано на рисунке 4.6.

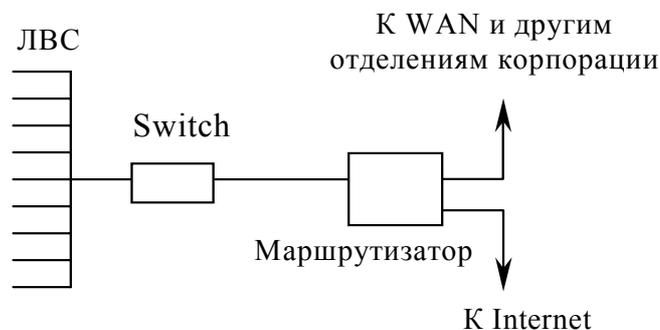


Рисунок 4.6 – Магистральный участок корпоративной сети

На участке объединения сетей нескольких предприятий, входящих в одну корпорацию, часто целесообразно использовать технологию SDH. Связь может быть обеспечена либо за счет провайдера сети общего пользования, либо за счет создания корпоративной структуры мультиплексов SDH и оптоволоконных каналов. Пример сетевого шаблона для технологии SDH приведен на рисунке 4.7:

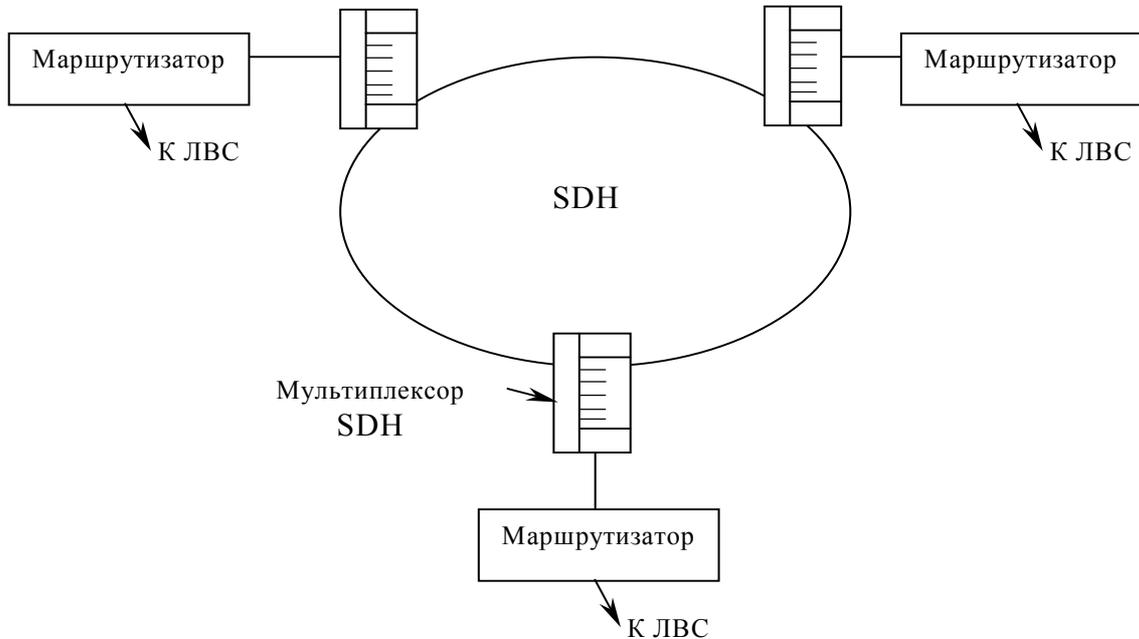


Рисунок 4.7 – Сетевой шаблон для подключения к SDH при помощи мультиплексора

Существует еще один способ подключения к сети SDH, как это показано на рисунке 4.8.

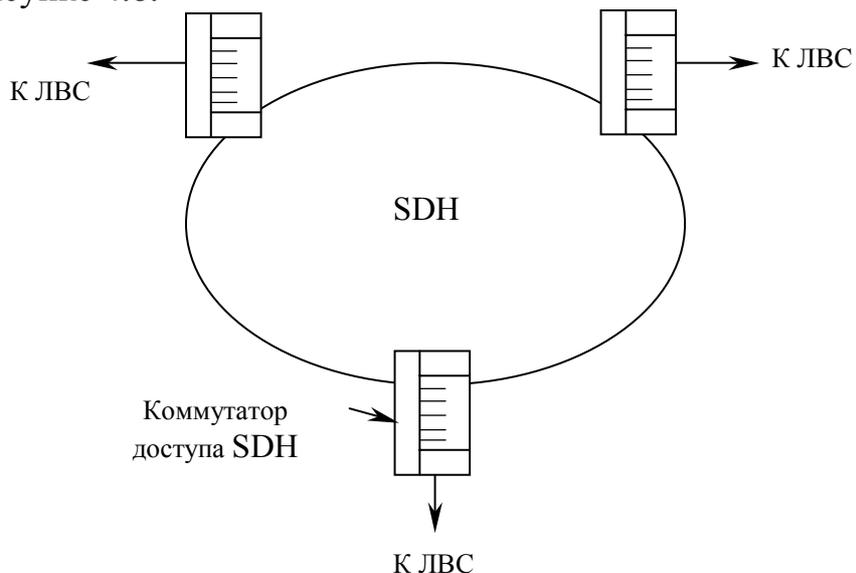


Рисунок 4.8 – Сетевой шаблон для подключения к SDH при помощи коммутаторов

Пример реализации мультисервисной телекоммуникационной сети общего пользования приведен на рисунке 4.9. Здесь магистральная сеть уровня города (района) реализована на волоконно-оптическом кольце с мультиплексорами ввода-вывода (МВВ), часть портов которых отдается для организации СПД с помощью маршрутизаторов R и ТфОП с помощью коммутаторов АТС. Абонентский доступ может быть организован по-разному: с помощью двухпроводных и четырехпроводных выделенных линий и модемов (протоколы V.35, F1, Ethernet) и с помощью волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) (протоколы STM-1, nE1 и др.). Вся сеть выходит на цифровую магистраль через кросс-коннектор.

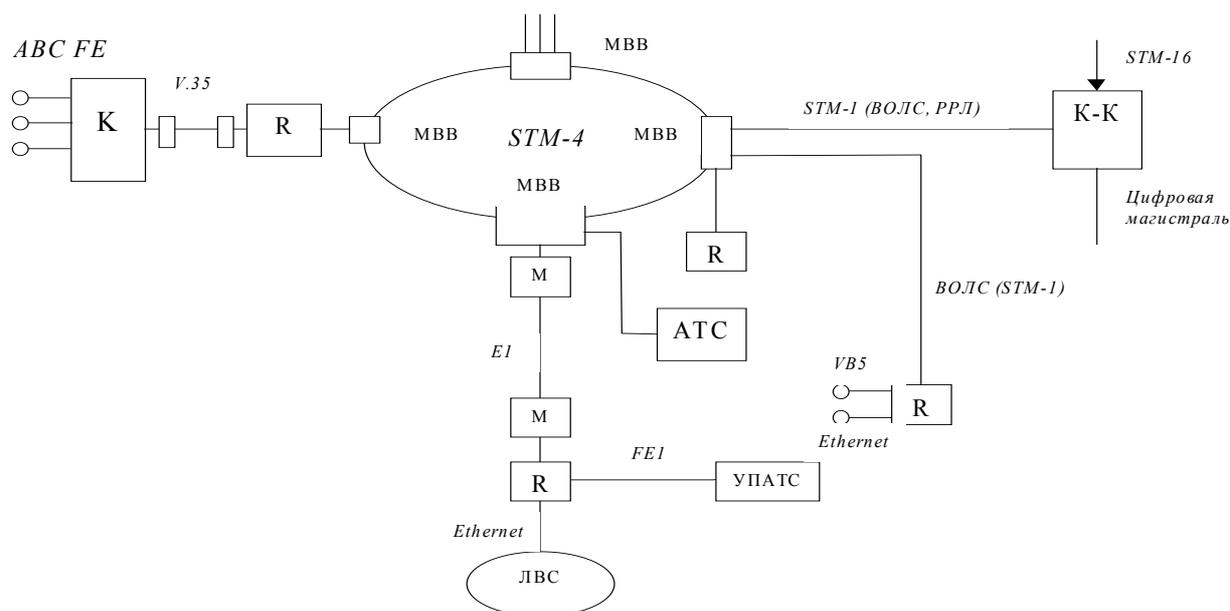


Рисунок 4.9 – Пример реализации мультисервисной телекоммуникационной сети

4.2.2 Основы расчета кабельной системы

Структурированная кабельная система (СКС), по мнению большинства специалистов по информационным технологиям, является в настоящее время неотъемлемой частью любого современного общественного здания, а ее отсутствие рассматривается управленческим и техническим персоналом как анахронизм. Кабельная система является фундаментом любой сети. Если в кабелях ежедневно происходят короткие замыкания, контакты разъемов то отходят, то снова входят в плотное соединение, добавление новой станции приводит к необходимости тестирования десятка контактов разъемов из-за того, что документация на физические соединения не ведется. Становится ясно, что на основе такой кабельной системы любое самое современное и производительное оборудование будет рабо-

тать из рук вон плохо. Ответом на высокие требования к качеству кабельной системы стали структурированные кабельные системы.

Выбор типа кабеля

Структурированная кабельная система (Structured Cabling System, SCS) – это набор коммутационных элементов (кабелей, разъемов, коннекторов, кроссовых панелей и шкафов), а также методика их совместного использования, которая позволяет создавать регулярные, легко расширяемые структуры связей в вычислительных сетях. Типичная иерархическая структура структурированной кабельной системы (рис. 4.10) включает:

- горизонтальные подсистемы (в пределах этажа);
- вертикальные подсистемы (внутри здания);
- подсистему кампуса (в пределах одной территории с несколькими зданиями).

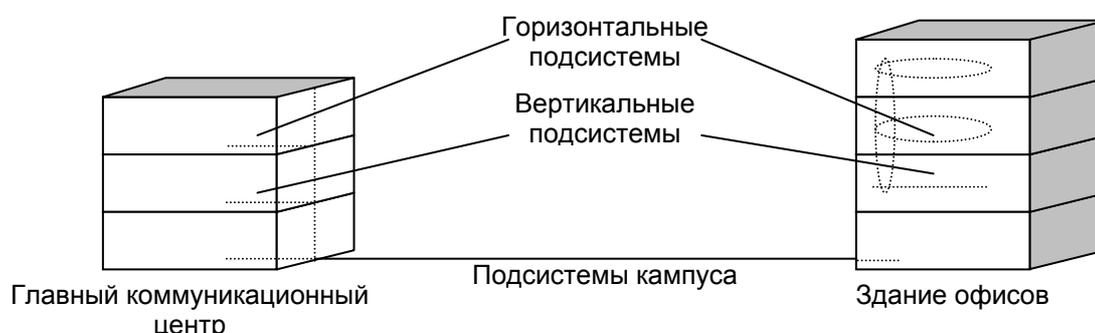


Рисунок 4.10 – Структура кабельных подсистем

Горизонтальная подсистема соединяет кроссовый шкаф этажа с розетками пользователей. Подсистемы этого типа соответствуют этажам здания. Вертикальная подсистема соединяет кроссовые шкафы каждого этажа с центральной аппаратной здания. Следующим шагом иерархии является подсистема кампуса. Эта часть кабельной системы обычно называется магистралью. Использование структурированной кабельной системы вместо хаотически проложенных кабелей дает предприятию много преимуществ.

Универсальность. Структурированная кабельная система при продуманной организации может стать единой средой для передачи компьютерных данных в локальной вычислительной сети, организации локальной телефонной сети, передачи видеoinформации и даже передачи сигналов от датчиков пожарной безопасности или охранных систем. Это позволяет автоматизировать многие процессы контроля, мониторинга и управления хозяйственными службами и системами жизнеобеспечения предприятия.

Увеличение срока службы. Срок морального старения хорошо структурированной кабельной системы может составлять 10–15 лет.

Уменьшение стоимости добавления новых пользователей и изменения их мест размещения. Известно, что стоимость кабельной систе-

мы значительна и определяется в основном не стоимостью кабеля, а стоимостью работ по его прокладке. Поэтому более выгодно провести однократную работу по прокладке кабеля, возможно с большим запасом по длине, чем несколько раз выполнять прокладку, наращивая длину кабеля. При таком подходе все работы по добавлению или перемещению пользователя сводятся к подключению компьютера к уже имеющейся розетке.

Возможность легкого расширения сети. Структурированная кабельная система является модульной, поэтому ее легко расширить.

Обеспечение более эффективного обслуживания.

Надежность. Структурированная кабельная система имеет повышенную надежность, поскольку производитель такой системы гарантирует не только качество ее отдельных компонентов, но и их совместимость.

Большинство проектировщиков начинает разработку структурированной кабельной системы с горизонтальных подсистем, так как именно к ним подключаются конечные пользователи. При этом они могут выбирать между экранированной витой парой, неэкранированной витой парой, коаксиальным кабелем и волоконно-оптическим кабелем. Возможно использование и беспроводных линий связи.

Горизонтальная подсистема характеризуется очень большим количеством ответвлений кабеля, так как его нужно провести к каждой пользовательской розетке, причем и в тех комнатах, где пока компьютеры в сеть не объединяются. Поэтому к кабелю, используемому в горизонтальной проводке, предъявляются повышенные требования к удобству выполнения ответвлений, а также удобству его прокладки в помещениях. На этаже обычно устанавливается кроссовая панель, которая позволяет с помощью коротких отрезков кабеля, оснащенного разъемами, провести перекоммутацию соединений между пользовательским оборудованием и концентраторами/коммутаторами. Медный провод, в частности неэкранированная витая пара, является предпочтительной средой для горизонтальной кабельной подсистемы. Хотя в зависимости от наличия другой кабельной системы, высокого уровня помех или агрессивных сред целесообразней использовать другие виды кабелей или аппаратуру беспроводной связи.

Кабель вертикальной (или магистральной) подсистемы, которая соединяет этажи здания, должен передавать данные на большие расстояния и с большей скоростью по сравнению с кабелем горизонтальной подсистемы. В прошлом основным видом кабеля для вертикальных подсистем был коаксиал. Теперь для этой цели все чаще используется оптоволоконный кабель.

Для вертикальной подсистемы выбор кабеля в настоящее время ограничивается тремя вариантами.

Оптоволокно – отличные характеристики пропускной способности, расстояния и защиты данных; устойчивость к электромагнитным помехам; может передавать голос, видеоизображение и данные. Но сравнительно дорого, сложно выполнять ответвления.

Толстый коаксиал – хорошие характеристики пропускной способности, расстояния и защиты данных; может передавать данные. Но с ним сложно работать, хотя специалистов, имеющих подобный опыт работы, достаточно много.

Широкополосный кабель, используемый в кабельном телевидении, – хорошие показатели пропускной способности и расстояния; может передавать голос, видео и данные. Но очень сложно работать и требуются большие затраты во время эксплуатации.

Применение волоконно-оптического кабеля в вертикальной подсистеме имеет ряд преимуществ по сравнению с медным кабелем.

Как и для вертикальных подсистем, оптоволоконный кабель является наилучшим выбором для подсистем нескольких зданий, расположенных в радиусе нескольких километров. Для этих подсистем также подходит толстый коаксиальный кабель.

При выборе кабеля для кампуса нужно учитывать воздействие среды на кабель вне помещения. Для предотвращения поражения молнией лучше выбрать для внешней проводки неметаллический оптоволоконный кабель. При подземной прокладке кабель должен иметь специальную влагозащитную оболочку (от дождя и подземной влаги), а также металлический защитный слой от грызунов и вандалов. Кабель для внешней прокладки не подходит для прокладки внутри зданий, так как он выделяет при сгорании большое количество дыма.

4.3 Методика расчета сети Ethernet

Приведем методику расчета конфигурации сети на основе технологии Ethernet. Поскольку на сегодняшний день она наиболее часто применяется для проектирования локальных сетей.

Соблюдение многочисленных ограничений, установленных для различных стандартов физического уровня сетей Ethernet, гарантирует корректную работу сети. Наиболее часто приходится проверять ограничения, связанные с длиной отдельного сегмента кабеля, а также количеством повторителей и общей длиной сети. Правила «5-4-3» для коаксиальных сетей и «4-х хабов» [12] для сетей на основе витой пары и оптоволоконна не только дают гарантии работоспособности сети, но и оставляют большой «запас прочности» сети.

Существуют две широко используемые модели расчета временных параметров сети Ethernet. Модель 1 (применяется правило 4-х хабов) устанавливает жесткие правила, при помощи которых можно анализировать конфигурацию сети, но является менее точной. Модель 2 требует для своей реализации некоторых расчетов, специалист может самостоятельно рассчитывать максимальное количество повторителей и максимальную общую длину сети, не довольствуясь теми значениями, которые приведены в

правилах «5-4-3» и «4-х хабов». Особенно такие расчеты полезны для сетей, состоящих из смешанных кабельных систем, например коаксиала и оптоволокну, на которые правила о количестве повторителей не рассчитаны. При этом максимальная длина каждого отдельного физического сегмента должна строго соответствовать стандарту, то есть 500 м для «толстого» коаксиала, 100 м для витой пары и т. д.

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

- количество станций в сети не более 1024;
- максимальная длина каждого физического сегмента не более величины, определенной в соответствующем стандарте физического уровня;
- время двойного оборота сигнала (Path Delay Value, PDV) между двумя самыми удаленными друг от друга станциями сети не более 575 битовых интервала;
- сокращение межкадрового интервала IPG (Path Variability Value, PW) при прохождении последовательности кадров через все повторители должно быть не больше, чем 49 битовых интервалов. Так как при отправке кадров конечные узлы обеспечивают начальное межкадровое расстояние в 96 битовых интервалов, то после прохождения повторителя оно должно быть не меньше, чем $96-49=47$ битовых интервалов.

Соблюдение этих требований обеспечивает корректность работы сети даже в случаях, когда нарушаются простые правила конфигурирования, определяющие максимальное количество повторителей и общую длину сети в 2500 м.

Расчет PDV

Для упрощения расчетов обычно используются справочные данные IEEE, содержащие значения задержек распространения сигналов в повторителях, приемопередатчиках и различных физических средах. В табл. 4.1 приведены данные, необходимые для расчета значения PDV для всех физических стандартов сетей Ethernet. Битовый интервал обозначен как bt.

Таблица 4.1 – Данные для расчета значения PDV

Тип сегмента	База левого сегмента, bt	База промежуточного сегмента, bt	База правого сегмента, bt	Задержка среды на 1м, bt	Максимальная длина сегмента, м
10Base-5	11,8	46,5	169,5	0,0866	500
10Base-2	11,8	46,5	169,5	0,1026	185
10Base-T	15,3	42,0	165,0	0,113	100
10Base-FB	–	24,0	–	0,1	2000
10Base-FL	12,3	33,5	156,5	0,1	2000
FOIRL	7,8	29,0	152,0	0,1	1000
AUI(>2м)	0	0	0	0,1026	2+48

Комитет 802.3, созданный организацией в области инженерных разработок и электроники (IEEE), старался максимально упростить выполнение расчетов, поэтому данные, приведенные в таблице, включают сразу несколько этапов прохождения сигнала. Например, задержки, вносимые повторителем, состоят из задержки входного трансивера, задержки блока повторения и задержки выходного трансивера. Тем не менее, в таблице все эти задержки представлены одной величиной, названной базой сегмента. Чтобы не нужно было два раза складывать задержки, вносимые кабелем, в



таблице даются удвоенные величины задержек для каждого типа кабеля.

Рисунок 4.11 – Пример сети Ethernet, состоящей из сегментов различных физических стандартов

В таблице используются также такие понятия, как левый сегмент, правый сегмент и промежуточный сегмент. Эти термины можно уяснить на примере сети, приведенной на рис. 4.11. С каждым сегментом связана постоянная задержка, названная базой, которая зависит только от типа сегмента и от положения сегмента на пути сигнала (левый, промежуточный или правый). База правого сегмента, в котором возникает коллизия, намного превышает базу левого и промежуточных сегментов. Кроме этого, с каждым сегментом связана задержка распространения сигнала вдоль кабеля сегмента, которая зависит от длины сегмента и вычисляется путем умножения времени распространения сигнала по одному метру кабеля (в битовых интервалах) на длину кабеля в метрах.

Расчет заключается в вычислении задержек, вносимых каждым отрезком кабеля (приведенная в таблице задержка сигнала на 1 м кабеля ум-

ножается на длину сегмента), а затем суммировании этих задержек с базами левого, промежуточных и правого сегментов. Общее значение PDV не должно превышать 575.

Так как левый и правый сегменты имеют различные величины базовой задержки, то в случае различных типов сегментов на удаленных краях сети необходимо выполнить расчеты дважды: один раз принять в качестве левого сегмента сегмент одного типа, а во второй – сегмент другого типа. Результатом можно считать максимальное значение PDV. В нашем примере крайние сегменты сети принадлежат к одному типу – стандарту 10Base-T. Поэтому двойной расчет не требуется, но если бы они были сегментами разного типа, то в первом случае нужно было бы принять в качестве левого сегмента между станцией и концентратором 1, а во втором считать левым сегмент между станцией и концентратором 5.

Приведенная на рисунке сеть в соответствии с правилом «4-х хабов» не является корректной: в сети между узлами сегментов 1 и 6 имеются 5 хабов, хотя не все сегменты являются сегментами 10Base-FB. Кроме того, общая длина сети равна 2800 м, что нарушает правило 2500 м. Ниже приводится расчет значения PDV для нашего примера.

Левый сегмент 1: $15,3 \text{ (база)} + 100 \cdot 0,113 = 26,6$.

Промежуточный сегмент 2: $33,5 + 1000 \cdot 0,1 = 133,5$.

Промежуточный сегмент 3: $24 + 500 \cdot 0,1 = 74,0$.

Промежуточный сегмент 4: $24 + 500 \cdot 0,1 = 74,0$.

Промежуточный сегмент 5: $24 + 600 \cdot 0,1 = 84,0$.

Правый сегмент 6: $165 + 100 \cdot 0,113 = 176,3$.

Сумма всех составляющих дает значение PDV, равное 568,4.

Так как значение PDV меньше максимально допустимой величины 575, то эта сеть проходит по критерию времени двойного оборота сигнала, несмотря на то, что ее общая длина составляет больше 2500 м, а количество повторителей – больше четырех.

Расчет PVV

Чтобы признать конфигурацию сети корректной, нужно рассчитать также уменьшение межкадрового интервала повторителями, то есть величину PVV.

Для расчета PVV также можно воспользоваться значениями максимальных величин уменьшения межкадрового интервала при прохождении повторителей различных физических сред, рекомендованными IEEE и приведенными в табл. 4.2.

Таблица 4.2 – Сокращение межкадрового интервала повторителями

Тип сегмента	Передающий сегмент, bt	Промежуточный сегмент, bt
10 Base-5 или 10 Base-2	16	11
10 Base-FB	–	2
10 Base-FL	10,5	8
10 Base-T	10,5	8

В соответствии с этими данными рассчитывается значение PVV для нашего примера.

Левый сегмент 10Base-T: сокращение в 10,5 bt.

Промежуточный сегмент 2 10Base-FL: 8.

Промежуточный сегмент 3 10 Base-FB: 2.

Промежуточный сегмент 4 10Base-FB: 2.

Промежуточный сегмент 5 10Base-FB: 2.

Сумма этих величин дает значение PVV, равное 24,5, что меньше предельного значения в 49 битовых интервалов.

В результате приведенная в примере сеть соответствует стандартам Ethernet по всем параметрам, связанным и с длинами сегментов, и с количеством повторителей.

5 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

Выбор используемого оборудования для построения корпоративной сети целесообразней рассматривать в два этапа: первый этап – это выбор оборудования для построения магистрали, а второй этап – это выбор оборудования для построения локальных сетей.

Выбор пассивного оборудования на магистрали

Как уже было сказано в разделе 3.2.2, для построения магистрали на сегодняшний день часто используется оптоволокно. В состав пассивного оборудования оптической магистрали входит:

- оптический кабель;
- оптический соединитель;
- оптический бокс;
- оптические переходники;
- соединительные шнуры (Zip Cord).

При выборе типа оптического кабеля руководствуются соображениями его цены, стоимости активного сетевого оборудования, необходимого при использовании этого кабеля, климатическими условиями эксплуатации, методом прокладки.

Согласно стандарту ANSI/TIA/EIA – 568 A5, определяющему кабельную проводку коммерческих зданий, основным типом соединителя является дуплексный соединитель типа SC.

При выборе коммутационного шнура (Zip Cord) нужно принимать во внимание следующие параметры:

- тип оптического проводника в оптическом боксе;
- тип оптического разъема, необходимого для подключения активного сетевого оборудования;
- тип оптоволокна, используемого в оптической магистрали;
- длина коммутационного шнура.

Выбор пассивного оборудования структурированной кабельной системы

При выборе оборудования структурированной кабельной системы учитываются следующие соображения:

- необходимость долговременной гарантии 15 лет и более;
- категория кабельной проводки;
- ситуационная обстановка в зданиях (способ отделки стен, наличие фальшполов и т.п.).

В зависимости от этих факторов и технического задания выбирается способ прокладки, СКС фирмы производителя, тип кабеля для проводки внутри здания.

Выбор активного сетевого оборудования

Выбор активного сетевого оборудования сети можно разделить на три части:

1. Выбор активного оборудования для магистральной.
2. Выбор активного оборудования коммуникационного центра.
3. Выбор активного оборудования в местах расположения локальных сетей.

Выбор активного оборудования для магистральной

При выборе активного оборудования для магистральной необходимо учитывать длины трасс и их параметры при выбранной топологии сети, а также все проведенные расчеты.

Выбор активного оборудования коммуникационного центра

При выборе оборудования в коммутационном центре надо рассматривать следующие характеристики оборудования:

- Количество портов для подключения рабочих станций.
- Конструктивные особенности оборудования.
- Функции управления (управляемый/неуправляемый).

В зависимости от технического задания или желания заказчика коммуникационное оборудование может размещаться в настенных или напольных шкафах, а следовательно, должно иметь соответствующий конструктив.

В зависимости от количества станций, объединяемых в сеть, и их размещения выбирается коммуникационное оборудование, сгруппированное таким образом, чтобы нагрузка на сеть была сбалансирована.

Выбор активного оборудования в местах расположения локальных сетей

Как и в случае выбора активного оборудования коммуникационного центра, выбор оборудования зависит от количества подключаемых станций. Выбираются коммутаторы или концентраторы, поддерживающие данную сетевую технологию.

6 МОНИТОРИНГ И АНАЛИЗ ЛОКАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Постоянный контроль за работой локальной сети, составляющей основу любой корпоративной сети, необходим для поддержания ее в работоспособном состоянии. Контроль – это необходимый первый этап, который должен выполняться при управлении сетью. Ввиду важности этой функции ее часто отделяют от других функций систем управления и реализуют специальными средствами. Такое разделение функций контроля и собственно управления полезно для небольших и средних сетей, для которых установка интегрированной системы управления экономически нецелесообразна. Использование автономных средств контроля помогает администратору сети выявить проблемные участки и устройства сети, а их отключение или реконфигурацию он может выполнять в этом случае вручную.

Процесс контроля работы сети обычно делят на два этапа – мониторинг и анализ.

На этапе мониторинга выполняется более простая процедура – процедура сбора первичных данных о работе сети: статистики о количестве циркулирующих в сети кадров и пакетов различных протоколов, состоянии портов концентраторов, коммутаторов и маршрутизаторов и т.п.

Далее выполняется этап анализа, под которым понимается более сложный и интеллектуальный процесс осмысления собранной на этапе мониторинга информации, сопоставления ее с данными, полученными ранее, и выработки предположений о возможных причинах замедленной или ненадежной работы сети.

Задачи мониторинга решаются программными и аппаратными измерителями, тестерами, сетевыми анализаторами, встроенными средствами мониторинга коммуникационных устройств, а также агентами систем управления.

6.1 Классификация средств мониторинга и анализа

Все многообразие средств, применяемых для анализа и диагностики вычислительных сетей, можно разделить на несколько крупных классов.

1. Агенты систем управления, поддерживающие функции одной из стандартных MIB и поставляющие информацию по протоколу SNMP или CMIP. Для получения данных от агентов обычно требуется наличие системы управления, собирающей данные от агентов в автоматическом режиме.

2. Встроенные системы диагностики и управления (Embedded systems). Эти системы выполняются в виде программно-аппаратных модулей, устанавливаемых в коммуникационное оборудование, а также в виде программных модулей, встроенных в операционные системы. Они выполняют функции диагностики и управления только одним устройством, и в этом их основное отличие от централизованных систем управления. При-

мером средств этого класса может служить модуль управления многосегментным повторителем Ethernet, реализующий функции автосегментации портов при обнаружении неисправностей, приписывания портов внутренним сегментам повторителя и некоторые другие. Как правило, встроенные модули управления «по совместительству» выполняют роль SNMP-агентов, поставляющих данные о состоянии устройства для систем управления.

3. Анализаторы протоколов (Protocol analyzers). Представляют собой программные или аппаратно-программные системы, которые ограничиваются, в отличие от систем управления, лишь функциями мониторинга и анализа трафика в сетях. Хороший анализатор протоколов может захватывать и декодировать пакеты большого количества протоколов, применяемых в сетях, – обычно несколько десятков. Анализаторы протоколов ставят некоторые логические условия для захвата отдельных пакетов и выполняют полное декодирование захваченных пакетов, то есть показывают в удобной для специалиста форме вложенность пакетов протоколов разных уровней друг в друга с расшифровкой содержания отдельных полей каждого пакета.

4. Экспертные системы. Этот вид систем аккумулирует знания технических специалистов о выявлении причин аномальной работы сетей и возможных способах приведения сети в работоспособное состояние. Экспертные системы часто реализуются в виде отдельных подсистем различных средств мониторинга и анализа сетей: систем управления сетями, анализаторов протоколов, сетевых анализаторов. Простейшим вариантом экспертной системы является контекстно-зависимая система помощи. Более сложные экспертные системы представляют собой так называемые базы знаний, обладающие элементами искусственного интеллекта. Примерами таких систем являются экспертные системы, встроенные в систему управления Spectrum компании Cabletron и анализатора протоколов Sniffer компании Network General. Работа экспертных систем состоит в анализе большого числа событий для выдачи пользователю краткого диагноза о причине неисправности сети.

5. Оборудование для диагностики и сертификации кабельных систем. Условно это оборудование можно поделить на четыре основные группы: сетевые мониторы, приборы для сертификации кабельных систем, кабельные сканеры и тестеры.

– Сетевые мониторы (называемые также сетевыми анализаторами) предназначены для тестирования кабелей различных категорий. Сетевые мониторы собирают также данные о статистических показателях трафика – средней интенсивности общего трафика сети, средней интенсивности потока пакетов с определенным типом ошибки и т.п. Эти устройства являются наиболее интеллектуальными устройствами из всех четырех групп уст-

ройств данного класса, так как они работают не только на физическом и канальном уровнях, а иногда и на сетевом.

– Устройства для сертификации кабельных систем выполняют сертификацию в соответствии с требованиями одного из международных стандартов на кабельные системы.

– Кабельные сканеры используются для диагностики медных кабельных систем.

– Тестеры предназначены для проверки кабелей на отсутствие физического разрыва.

– Многофункциональные портативные устройства анализа и диагностики. В связи с развитием технологии больших интегральных схем появилась возможность производства портативных приборов, которые совмещали бы функции нескольких устройств: кабельных сканеров, сетевых мониторов и анализаторов протоколов.

При помощи этих приборов и проводится мониторинг и управление сетью.

7 ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

7.1. Спроектировать телекоммуникационную систему (КСПД, ЛВС и т.п.) для предприятия (организации), для которого заданы количество филиалов, их расположение и расстояние между ними, число компьютеров, наличие или отсутствие телефонной сети в соответствии с таблицей 7.1. Индивидуальный вариант задания определяется по общим правилам.

7.2. Пропускная способность каналов, связывающая ЛВС:

– в зависимости от характеристик и объемов трафика от 56 Кбит/сек до 10.00 Мбит/сек;

– на участках ЛВС – ЛВС не менее 1 Гбайт/месяц;

– на участках ЛВС – центральный узел не менее 10 Гбайт/месяц.

7.3. Пропускная способность внешнего канала:

– В зависимости от объемов входящего и исходящего трафика – от 64 Кбит/сек до 10 Мбит/сек.

– Объем принимаемой информации – не менее 1 Гбайт/месяц.

7.4. При проектировании предусмотреть мероприятия, направленные на повышение качества обслуживания ... (?) ... и в том числе:

– защита от помех (внутренних и внешних);

– резервирование.

7.5. Предусмотреть возможность развития.

7.6. Задачи, подлежащие разработке:

7.6.1. Топология сети, размер и структура.

7.6.2. Адресное пространство.

7.6.3. Выбор технологий:

– передачи информации на магистраль;

– распределения информации (коммутация, маршрутизация и т.п.);

– доступа к сети.

7.6.4. Выбор аппаратных и программных средств.

7.6.5. Определение основных функций администрирования сети и видов доступа для персонала.

7.6.6. Экономические обоснования (стоимость оборудования, линейных сооружений, программного обеспечения, стоимость инсталляции и эксплуатации).

7.7. Требования к содержанию и оформлению курсового проекта (работы):

7.7.1. Задание на проектирование должно быть утверждено руководителем и подписано студентом.

7.7.2. Введение (актуальность, экономическая и производственная целесообразность, формулирование целей и вытекающих основных задач, подлежащих решению).

Таблица 7.1 – Задание на курсовой проект

Вид сети	Тип организации (объекта)					
	1. Банк	2. Нефтяная компания	3. Оператор связи	4. Транспортное предприятие	5. Органы власти и управления	6. ВУЗ
1. Корпоративная сеть СПД в пределах России	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6
	1-4 4-3	1-5 4-3	1-6 4-3	1-9 4-3	1-6 4-3	1-5 4-3
	2-1 5-1	2-1 5-1	2-1,2 5-1	2-1 5-1	2-1 5-1	2-1 5-1
	3-1 6-2	3-1,2 6-2	3-1,2 6-2	3-1,2 6-2	3-1 6-2	3-1,2 6-2
2. Корпоративная сеть СПД в пределах области	Вариант 7	Вариант 8	Вариант 9	Вариант 10	Вариант 11	Вариант 12
	1-6 4-3	1-9 4-2	1-8 4-3	1-5 4-2	1-9 4-3	1-3 4-3
	2-2 5-1	2-2 5-2	2-1 5-1	2-2 5-2	2-1 5-1	2-2 5-2
	3-1,2 6-2	3-2,3 6-2	3-1,2 6-2	3-1,2 6-2	3-1,2 6-2	3-1,2 6-2
3. Корпоративная сеть СПД в пределах города	Вариант 13	Вариант 14	Вариант 15	Вариант 16	Вариант 17	Вариант 18
	1-5 4-3	1-3 4-2	1-5 4-3	1-3 4-2	1-4 4-2	1-4 4-3
	2-3 5-1	2-3 5-2	2-3 5-1	2-2 5-2	2-3 5-1	2-4 5-1
	3-1 6-2	3-1 6-2	3-1 6-2	3-1 6-2	3-1 6-1	3-1 6-2
4. ЛВС с выходом в Интернет	Вариант 19	Вариант 20	Вариант 21	Вариант 22	Вариант 23	Вариант 24
	1-1 4-1	1-5 4-1	1-1 4-2	1-1 4-2	1-1 4-1	1-1 4-3
	2-5 5-1	2-4 5-2	2-4 5-1	2-3 5-2	2-5 5-2	2-4 5-1
	3-1 6-1	3-1 6-1	3-1 6-1	3-1 6-1	3-1 6-1	3-1 6-1
5. Мультисервисное обслуживание (МСО)	Вариант 25	Вариант 26	Вариант 27	Вариант 28	Вариант 29	Вариант 30
	1-4 4-2	1-2 4-2	1-4 4-3	1-4 4-2	1-1 4-3	1-1 4-2
	2-1 5-2	2-4 5-2	2-3 5-2	2-2 5-2	2-5 5-2	2-4 5-2
	3-1,2 6-2	3-1 6-1	3-1 6-2	3-1,2 6-2	3-1 6-2	3-1 6-2

Расшифровка кода ячейки:

1. Количество филиалов: от 1 до 9.
2. Максимальное расстояние между филиалами (отделами): 1 – больше 1000 км, 2 – 100 км, 3 – 5 км, 4 – 1 км, 5 – 500 м.
3. Расположение: 1 – город, 2 – сельская местность, 3 – ненаселенная территория.
4. Общее количество компьютеров: 1 – меньше 50 компьютеров, 2 – 100, 3 – 300.
5. Наличие телефонной сети: 1 – есть, 2 – нет.
6. Проектирование СКС в зданиях: 1 – да, 2 – нет.

- 7.7.3. Обзор существующих технологий.
- 7.7.4. Описание, анализ, выбор сетевых шаблонов.
- 7.7.5. Составление вариантов решений (не менее двух).
- 7.7.6. Расчет и оценка технических характеристик.
- 7.7.7. Выбор оборудования.
- 7.7.8. Описание схемы построения сети.
- 7.7.9. Технико-экономическое обоснование.
- 7.7.10. Заключение.
- 7.7.11. Оформление проекта.

8 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Кульгин М. Технология корпоративных сетей. – С.-Пб.: Питер, 1999.
2. Проектирование и техническая эксплуатация систем передачи / Под ред. В.Н. Гордиенко и В.В. Крухмалева. – М.: Радио и связь, 1996.
3. Попов Г.Н. Проектирование реконструкции ЦСП. – Н-ск: СибГУТИ, 2000.
4. Фокин В.Г. Аппаратура систем синхронной цифровой иерархии. – Н-ск: СибГУТИ, 1998.
5. Фокин В.Г. Аппаратура и сети доступа. – Н-ск: СибГУТИ, 1999.
6. Денисова О.М., Мирошников Д.Г. Средства связи для последней мили. – М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 1999.
7. Саммерс Ч., Дюкц Б. Высокоскоростное цифровое соединение с сетью Интернет. – М.: Радио и Связь, 1998.
8. Крепозоль А.В. Принципы построения перспективных сетей абонентского доступа // Электросвязь. – 1998. – №11.
9. Иванова Т.Н. Абонентские терминалы и компьютерная телефония. – М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 1999.
10. Назаров А.Н. Типовые решения в корпоративных сетях. М.: ЭКО-ТРЕНДЗ. 2000 год.
11. Новиков Ю.В., Кондратенко С.В. Локальные сети. – М.: ЭКОМ, 2000.
12. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – С.-Пб.: Питер, 2001.
13. Убайдуллаев Р.Р. Волоконно-оптические сети. – М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2000.

Список WWW источников

14. www.citforum.ru
15. www.cisco.com
16. www.osp.ru
17. www.rad.ru (com)
18. www.informsvias.ru
19. www.datatel.ru
20. www.uni.ru
21. www.croc.ru
22. www.it.ru
23. ccc.ru
24. www.skomplekt.ru
25. mtucizone.nm.ru
26. kunegin.narod.ru

27. www.nateks.ru
28. www.morion.ru
29. www.schmid-telecom.ru
30. www.panasonic.ru
31. www.laudlink.ru
32. www.bcsv.ru/support/educate

9 ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Министерство образования Российской Федерации

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ
(ТУСУР)**

**Кафедра теоретических основ радиотехники
(ТОР)**

**Курсовая работа по курсу СССК:
Корпоративная сеть государственной структуры по Томской области.
Пояснительная записка к курсовой работе
РТФ КР.460956.001 ПЗ**

Студент гр. 147-1

_____ А. Р. Колчев

«__» _____ 2003 г.

Проверил:

«__» _____ 2003 г.

Министерство образования Российской Федерации**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ
(ТУСУР)**

Кафедра теоретических основ радиотехники
(ТОР)

УТВЕРЖДАЮ
Зав. Кафедрой ТОР
_____ А.В. Пуговкин
« _____ » _____ 2003 г.

ЗАДАНИЕ

на курсовой проект студенту гр. 147-1
радиотехнического факультета
Колчеву Алексею Рудольфовичу

1. **Тема проекта.** Корпоративная вычислительная сеть государственной структуры (ГС).

2. **Срок сдачи законченной работы:** «10» июня 2002 г.

3. **Назначение.** Корпоративная сеть предназначена для информационной интеграции центрального, регионального и территориальных органов ГС России по Томской области, обеспечения необходимой степени надежности и защиты, а так же создания эффективной транспортной среды. Региональная корпоративная сеть передачи данных (РКСПД) представляет собой совокупность регионального узла и территориальных узлов связи, объединенных в единую телекоммуникационную среду посредством каналов связи. Связь региона с центральным органом осуществляется по сети одного из российских операторов связи.

4. Исходные данные к проекту

Количество филиалов (территориальных органов) – 9.

Расстояния между региональным центром и территориальными центрами могут быть больше 1000 км. Значения этих расстояний могут быть найдены по географической карте области.

Территориальные центры располагаются как в областном центре, так и в крупных райцентрах.

Общее количество компьютеров – около 500.

В данном проекте можно при необходимости опереться на существующую телефонную сеть ГС.

Проектировать СКС не надо.

5. Технические требования.

Внутри городского сегмента (6 узлов) скорость передачи данных должна быть не менее 2,048 Мбит/сек (узел отделения по Томскому району находится на территории г. Томска; также в городской сегмент включается отделение ГС в г. Северск).

Между региональным узлом и территориальными узлами (3 узла) связи в г. Асино, г. Колпашево, г. Стрежевой скорость должна быть не менее 128 Кбит/сек.

РКСПД должна обеспечивать гарантированное время доступа к информационным ресурсам сети, круглосуточное бесперебойное функционирование и защиту от несанкционированного доступа.

Корпоративная сеть может быть построена с использованием различных базовых технологий.

Топологии ЛВС могут быть произвольными.

РКСПД должна обеспечивать передачу и прием данных к центральному узлу в г. Москва с объемом трафика 20 Гбайт/месяц.

6. Требования к конструктивному устройству.

6.1 Максимально использовать стандартные узлы и устройства.

6.2 Активное оборудование местных отделений разместить в настенных шкафах.

6.3 Активное оборудование в здании центрального офиса разместить в напольном шкафу.

7. При проектировании предусмотреть надежность качества обслуживания и развитие системы.

8. Условия эксплуатации.

8.1 Условия окружающей среды.

Температура воздуха – $50 \div +50$ °С.

9. Разработка организационно-экономических вопросов.

9.1 Техничко-экономическое основание целесообразности построения и эксплуатации сети.

9.2 Организация и планирование комплекса работ, связанного с выполнением поставленной задачи.

СОДЕРЖАНИЕ

Содержание.....	4
Введение.....	5
1. Общий анализ поставленной задачи.....	6
1.1 Постановка задачи и определение очередности выполнения этапов проектирования.....	7
1.2 Анализ областного сегмента	7
1.3 Анализ городского сегмента	8
1.4 Анализ внешнего сегмента	9
2. Техническое решение по созданию РКСПД.....	10
2.1 Проектирование коммуникационной среды в областном сегменте...	10
2.2 Проектирование коммуникационной среды в городском сегменте...	13
2.3 Проектирование внешнего канала	16
3. Проектирование локальной вычислительной сети «Отделения ГС по Томской области» (регионального узла связи).....	17
3.1 Обзор технологий	17
3.2 Выбор технологии передачи данных.....	17
3.3 Проектирование ЛВС.....	17
3.3.1 Модель 1	18
3.3.2 Модель 2	18
3.4 Построение структурированной кабельной системы	21
3.5 Выбор сетевого оборудования и комплектующих материалов.....	22
3.6 Распределение IP-адресов.....	23
4. Оценка надежности качества обслуживания и развитие системы.....	25
5. Заключение.....	26
Список используемых источников.....	27

ВВЕДЕНИЕ

Во введении описывается актуальность выполнения проекта, формируется цель, основные задачи и этапы проектирования.

Наличие сетевой среды в настоящее время является необходимым условием функционирования любой структуры, и от способа ее реализации зависит деятельность всей организации. Неправильно спроектированная сеть может существенно снизить производительность сервисов и приложений, что негативно повлияет на производительность труда.

Целью настоящего проекта является разработка решений по созданию корпоративной сети передачи данных для ГС по Томской области и связи ее с центральным узлом. В рамках проекта будут рассмотрены вопросы по определению технологий, подлежащих использованию, по определению оптимальной топологии городского и областного сегментов внешнего канала, выбору среды передачи данных, выбору необходимого оборудования. Также будут произведены необходимые расчеты для проверки правильности выбранной топологии с учетом реальных длин и условий.

Результатом проекта будет структурная схема корпоративной сети.

Курсовой проект будет выполняться в несколько этапов:

- Анализ структуры корпорации.
- Определение направлений информационных потоков во внешнем, областном и городском сегментах.
- Оценка топологии сетей операторов связи.
- Общее проектирование областного сегмента. Сюда входит определение способов передачи трафика из областных узлов связи и способов подключения ЛВС областных филиалов к магистральной топологии областного сегмента).
- Определение структуры (топологии) городского сегмента и способы передачи трафика.
- Проектирование ЛВС в городских и областных филиалах.

Общий анализ поставленной задачи

В соответствии с полученным техническим заданием необходимо перед началом расчетов провести общий анализ сложившейся ситуации. Этот анализ включает в себя оценку экономической, политической и территориальной обстановки в районах предполагаемого развертывания корпоративной сети.

К экономическим факторам относятся такие вопросы, как стоимость проектирования и покупка оборудования, стоимость пуско-наладочных

работ, стоимость эксплуатации сети, ориентировочные затраты на расширение сети и улучшение качества обслуживания.

К политическим аспектам относятся такие вопросы, как соблюдение корпоративных интересов заказчика и исполнителя работ, определение фирм-участников выполнения поставленной задачи (альтернативные варианты), обеспечение безопасности передаваемых данных.

К территориальным аспектам относятся такие вопросы, как территориальное расположение подразделений корпорации и связанные с этим проблемы передачи информации.

Все эти три аспекта очень важны при проектировании и их следует рассматривать в комплексе неотрывно друг от друга на каждом этапе проектирования, только тогда будет найдено наиболее рациональное решение.

Поскольку корпоративная сеть является территориально распределенной по обширной территории, то строить полностью свою сеть нерационально, поэтому областной и городской сегменты сети реализуются с помощью операторов связи, а ЛВС строятся своими силами.

Предполагается, что реализовать вычислительную сеть, поручено крупнейшему оператору связи в Томской области ОАО «Томсктелеком». Внешний канал Томск – Москва может быть выбран при сравнении технико-экономических показателей операторов ОАО «Ростелеком» и ОАО «Транстелеком».

Постановка задачи и определение очередности выполнения этапов проектирования

Структурная схема ГС по Томской области изображена на рисунке 1.1.

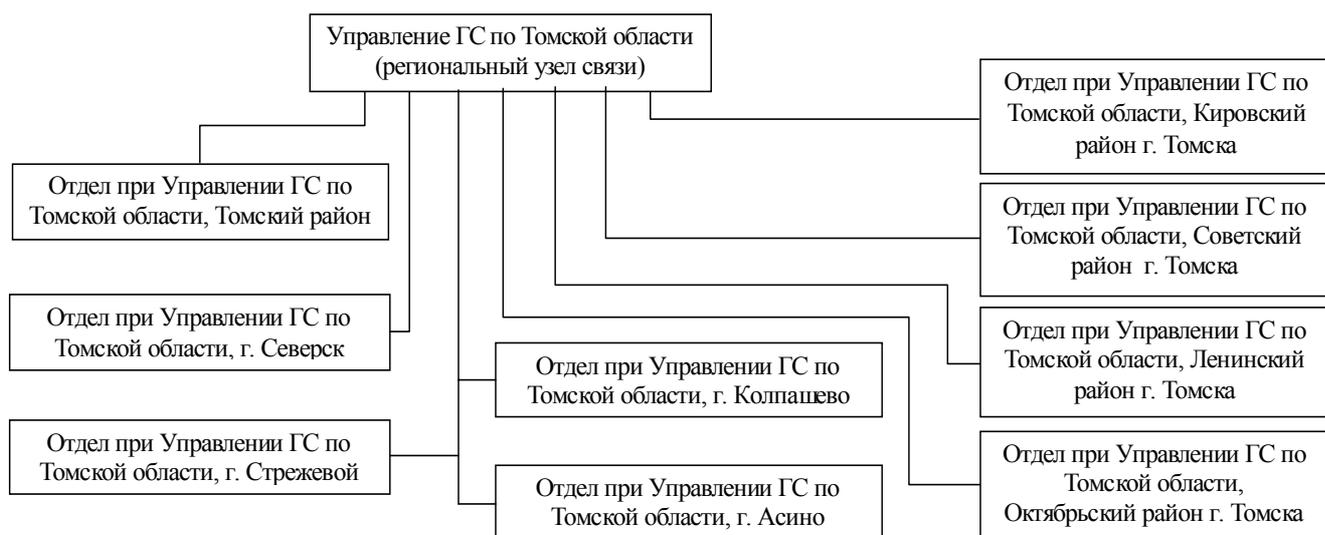


Рисунок 1.1 – Структурная схема ГС по Томской области

На приведенной структурной схеме организации видно, как будут распределяться информационные потоки, что позволяет оценить пропускные способности каналов связи городского и областного сегментов.

Следующим этапом проектирования сети будет определение топологии сетей операторов связи в регионе и возможности предоставления ими услуг.

Последним этапом проектирования будет выработка технического решения на построение корпоративной вычислительной сети. Оно будет состоять из трех основных этапов:

1. Построение коммуникационной среды между отделениями и Управлениями ГС Томской области в областном и городском сегментах.
2. Построение локальных сетей отделений и Управлений ГС Томской области.
3. Построение внешнего канала Томск – Москва.

Анализ областного сегмента

На территории области работают такие операторы связи: ОАО «Томсктелеком» и «СибПТУС». Из них только ОАО «Томсктелеком» имеет узлы в необходимых нам пунктах.

Ниже приведена оценка возможности предоставления услуг ОАО «Томсктелеком»:

1. На территории Томска:
 - по существующим медным линиям на скоростях до 2,3 Мбит/с;
 - при прокладке оптических окончаний до опорных узлов на скоростях до 100 Мбит/с, включая г. Северск. Кроме того, с 2002 года запущена в эксплуатацию городская сеть передачи данных с пропускной способностью 1 Гбит/с.
2. В райцентры Томской области, такие как г. Асино, г. Стрежевой, г. Колпашево, можно организовать обмен корпоративного трафика со скоростями до 2 Мбит/с.

Далее приведена оценка топологии сети связи ОАО «Томсктелеком».

Райцентры области осуществляют передачу данных через междугороднюю телефонную станцию (МГТС) г. Томска, к которой они подключены по топологии типа «звезда».

Через населенные пункты, в которые можно организовать обмен трафика в 2 Мбит/с, проложена цифровая радиорелейная линия (РРЛ) связи с интерфейсом G.703. Узел связи в г. Северске подключен к узлу СПД, расположенному на МГТС Томска, к нему проложена волоконно-оптическая линия связи с интерфейсом STM-1, поэтому можно организо-

вать обмен трафика до 100 Мбит/с. На рисунке 1.2 изображен способ подключения узлов связи в области к МГТС Томска.

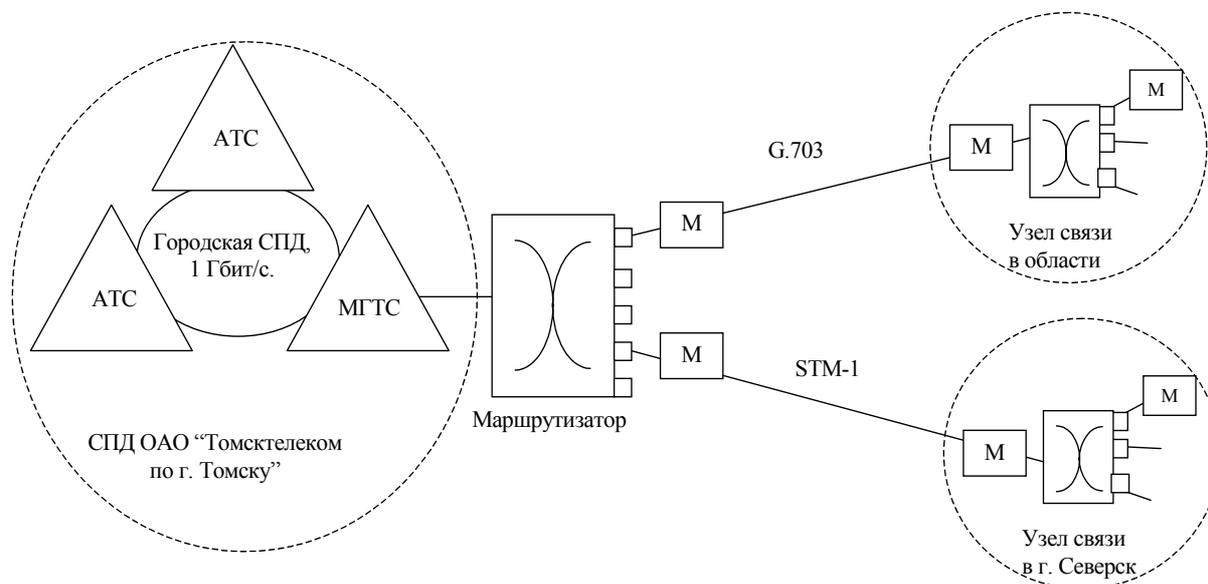


Рисунок 1.2 – Схема подключения областных узлов связи к МГТС

Этот рисунок можно пояснить следующим образом. На МГТС установлены маршрутизаторы, имеющие определенное количество портов. Порты поддерживают различные интерфейсы (G.703, V.35 и PPP, Ethernet). После портов располагаются модемы, с помощью которых информация передается в канал связи. На определенном расстоянии друг от друга располагаются ретрансляторы для восстановления сигналов. В узлах связи в области стоят аналогичные модемы, которые подключены к портам местных маршрутизаторов, которые, в свою очередь, перенаправляют информационные потоки в необходимом направлении. Например, в села, обслуживаемые данным узлом связи.

Анализ городского сегмента

Как следует из рисунка 1.1, информационные потоки из шести территориальных узлов в районах Томска, Томском районе и Северске будут поступать в региональный узел связи.

Согласно разделу 1.2, на территории Томска ОАО «Томсктелеком» имеет все необходимые возможности для реализации данного проекта, поэтому привлечение других операторов связи не имеет смысла.

На территории города существует телефонная сеть общего пользования (ТФОП), протянута разветвленная сеть подземных коммуникаций, по которым ко всем районам города проложен многопарный кабель. Для

удобства реализации сети узлы связи всех отделений ГС в городском сегменте подключаются к ближайшим для них узлам связи ТФОП.

Во всех крупных зданиях существует телефонная связь. Кроме того, на сегодняшний день все АТС города соединены оптоволоком. Это городская сеть передачи данных с пропускной способностью 1 Гбит/с.

С наименованиями и стоимостью услуг по передаче данных можно ознакомиться на сайте www.tomsknet.ru.

Анализ внешнего сегмента

В Томске два узла внешних операторов, предоставляющих услуги IP-сетей: ОАО «Ростелеком» и ОАО «Транстелеком». ОАО «Ростелеком» (со всей информацией о компании и предоставляемых услугах можно ознакомиться на сайте компании: www.rt.ru) приходит в Томск по цифровой РРЛ потоком STM-1. Узел IP сети находится в помещении МГТС и обслуживается специалистами ОАО «Томсктелеком». ОАО «Томсктелеком» предоставляет услуги по созданию цифровых каналов до этого узла практически из любой точки города.

ОАО «Транстелеком» приходит в Томск по ВОЛС с цифровым потоком STM-1. Узел IP сети находится в помещении железнодорожного вокзала Томск-1. Своих городских продлений у ОАО «Транстелеком» в Томске нет.

Техническое решение по созданию РКСПД

Первый этап реализации – проектирование коммуникационной среды между отделениями и управлениями ГС Томской области в областном и городском сегментах.

Второй этап – построение локальных сетей отделений и управлений ГС. Так как структура подразделений однотипная, в рамках данной работы приводится пример расчета ЛВС регионального узла связи как самого крупного подразделения организации на территории Томска, а остальные локальные сети будут строиться подобным образом с учетом масштабов отделений.

Третий этап – проектирование внешнего канала для выхода в сеть интернет России.

Проектирование коммуникационной среды в областном сегменте

По техническому заданию клиенту в областном сегменте требуются для обмена данными между региональным узлом и территориальными узлами связи в районных центрах (г. Асино, г. Колпашево, г. Стреже-

вой) требуется скорость не менее 128 Кбит/с. При этом выбирается топология типа «звезда».

Возможны два варианта организации передачи информации:

1. Передача данных по арендованным каналам связи.
2. Передача информации в общем потоке данных.

Ниже приводится оценка этих вариантов по критерию цена/качество.

Первый вариант

В таблице 1.1 приведена смета стоимости подключения одного областного отделения ГС на скоростях 128 Кбит/с и 64 Кбит/с.

Таблица 1.1 – Смета стоимости подключения ЛВС отделения ГС к цифровому каналу на скорости 128 Мбит/с

№	Ст.	Наименование	Стоимость, руб.
		Предоставление в пользование цифровых каналов на площадке клиента в черте населенного пункта	
	1	Инсталляция цифрового порта на гибком мультиплекторе с продлением канала до площадки клиента, интерфейс V.35 (электрический выход) на скоростях:	
1		до 64 кбит/сек	18500
2		до 128 кбит/сек	19700
	2	Ежемесячная абонентская плата за использование цифрового порта на гибком мультиплекторе с продлением канала до площадки клиента, интерфейс V.35 (электрический выход) в зависимости от пропускной способности, при протяженности канала до 3-х км.:	
3		до 64 кбит/сек	5200
4		до 128 кбит/сек	6000

Необходимо оценить достоинства и недостатки данного способа передачи информации. С арендой канала пользователь получает в единоличное пользование купленную полосу пропускания, что гарантирует передачу данных в любое время. Также следует учесть, что заявленная в техническом задании пропускная способность каналов связи взята теоретически и явно завышена.

Второй вариант

В таблице 1.2 приведена смета стоимости подключения.

Таблица 1.2 – Смета стоимости подключения ЛВС к некоммутированной выделенной линии передачи

№	Ст.	Наименование	Стоимость, руб.
	1	Соединение по некоммутируемой линии	
1		Организация выделенной линии	2900
2		Подключение к любому порту (асинхр., синхр.)	1000
	2	Абонентская плата при подключении по выделенной линии:	
1		Арендная плата за использование двухпроводной выделенной линии (в месяц)	300
	3	Подключение к Internet	
1		Плата за подключение:	
		- к асинхронному порту до 64 Кбит/с	1700
		- к синхронному порту до 128 Кбит/с	2600
2		Выделение первой сети класса С	820
3		Постановка на маршрутизацию подсетей сети класса С, состоящих из 32 адресов	480
4		Абонентская плата за маршрутизацию	90
	4	Абонентская плата при подключении по выделенной линии и предоставление услуг в пределах квоты размером 1 Гбайт информации принятой из-за пределов области:	
1		асинхронный порт до 57кб/с	4000
2		синхронный порт до 128 кбит/с;	4000

При подобном способе обеспечения связи оператор не гарантирует предоставление фиксированной полосы пропускания. Она предоставляется по-возможности в установленных пределах.

Анализ обоих вариантов организации передачи данных показывает, что стоимость подключения к цифровым каналам с интерфейсом G.703 более, чем в два раза превосходит стоимость подключения по некоммутируемой выделенной линии с учетом предоставления услуг Internet. Кроме того, исходя из некоторого завышения требований технического задания, цифровые каналы, как уже было сказано выше, будут использоваться не в полную мощность. Ежемесячная абонентская плата за 64 Кбит/с по G.703 с учетом предоставления услуг Internet будет составлять 9000 рублей, а по некоммутируемой выделенной линии 4390 рублей. Как видно, и стоимость подключения, и ежемесячные расходы при использовании цифрового ка-

нала в 64 Кбит/с превышают аналогичные расходы по некоммутируемой выделенной линии более, чем в два раза. Исходя из этих соображений предпочтительным является второй вариант.

Далее подсчитывается стоимость подключений всех областных подразделений ГС. Смета стоимости услуг приведена в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Смета стоимости подключений ЛВС областного сегмента

№	Ст.	Вид услуги	Стоимость, руб.	Количество подключений	Сумма
	1	Подключение по некоммутируемой выделенной линии			
		Организация выделенной линии	2900	3	8700
1		Подключение по выделенной линии к синхронному порту узла ОАО «Томсктелеком», интерфейс V.35 с предоставлением в аренду выделенной линии: - на скорости до 128 кбит/сек (включительно).	1000	3	3000
	2	Подключение к Internet			
1		При подключении к : - синхронному порту	2600	3	7800
2		Постановка на маршрутизацию подсетей сети класса С, состоящих из 32 адресов	480	3	1440
	3	Итого:			18240
	4	Абонентская плата за предоставляемые услуги			
1		Арендная плата за использование двухпроводной выделенной линии (в месяц)	300	3	900
2		Абонентская плата за маршрутизацию	90	3	270
3		Абонентская плата при подключении по выделенной линии: - синхронный порт на скорости до 128 Кбит/сек	2000	3	6000

Итого, на подключение областных подразделений потребуется 18240 рублей.

Ежемесячные отчисления на абонентскую плату составят 7170 рублей.

Также необходимо выбрать модемы для организации связи по выделенным линиям со скоростью 128 Кбит/с. Таких отделений у нас три.

После сравнительного анализа модемов нескольких фирм-производителей мы остановились на модеме фирмы Zelax серии M-144. Ниже приведены его основные технические характеристики.

Модем предназначен для организации связи между коммуникационным оборудованием, компьютерами по двухпроводной физической линии (симметричная витая пара).

Основные технические характеристики:

- поддержка дуплексного режима;
- синхронный и асинхронный режимы работы;
- скорости в синхронном режиме 144, 128, 96, 32, 16, 8 Кбит/с;
- интерфейсы RS-232, v. 35, RS-449 и др.;
- длина линии по кабелю 0,5 мм. до 8,5 км.

Стоимость – 14300 рублей.

Общий итог затрат на подключение областного сегмента составит 61140 рублей.

Проектирование коммуникационной среды в городском сегменте

Исходя из анализа городского и областного сегментов корпоративной сети необходимо учесть следующие аспекты:

1. Концентрация всех информационных потоков происходит в городском сегменте.

2. Требуемая пропускная способность канала связи для каждого подразделения ГС на территории Томска, Северска и Томского района – 2,048 Мбит/с.

3. Территориальное расположение подразделений.

4. Трафик из региональных узлов в районах области приходит к региональному узлу.

Исходя из этих аспектов, необходимо выбрать топологию городского сегмента, пропускную способность каналов связи для каждого подразделения и способы подключения к городской СПД. На рисунке 1.3 показана логическая структура городского сегмента.

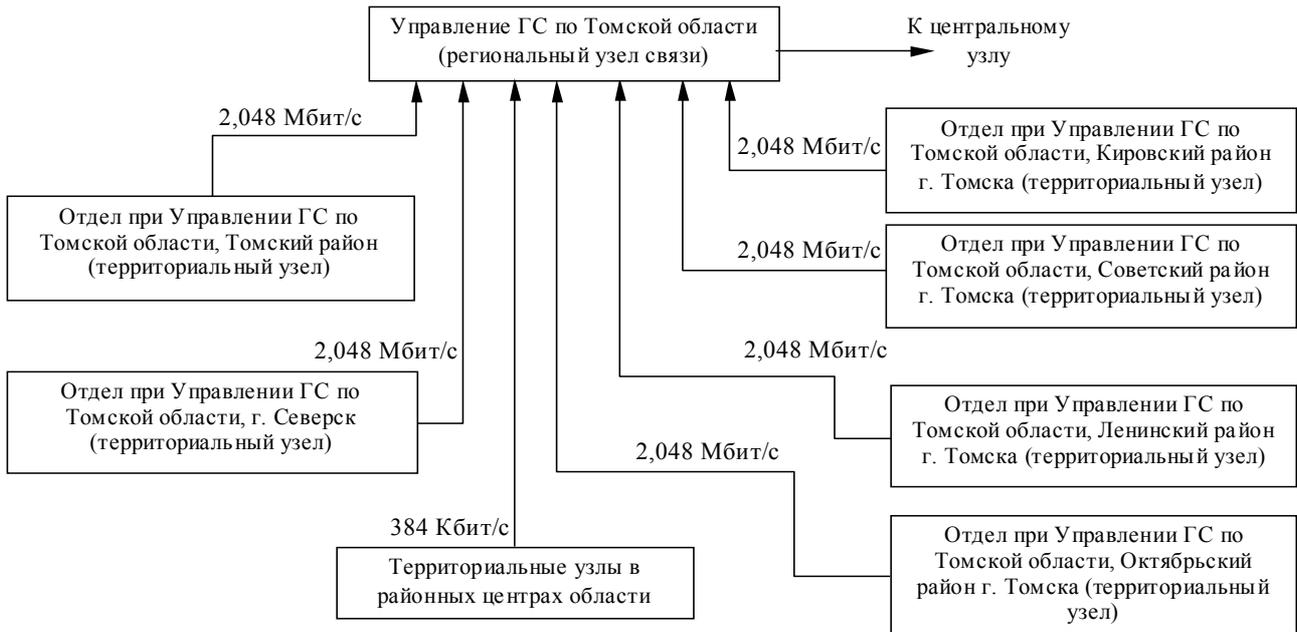


Рисунок 1.3 – Логическая структура городского сегмента

Для принятия решения о выборе технологии передачи информации необходимо оценить стоимость подключения и обслуживания каналов связи. Для окончательного принятия решения необходимо оценить территориальное расположение подразделений ГС и опорных узлов связи оператора. Опорные узлы городской сети передачи данных территориально привязаны к АТС города. Следовательно, подключать ЛВС подразделений ГС к городской СПД будем по выделенным линиям от АТС.

В конкретном проекте студенту необходимо учесть территориальное распределение объектов.

Исходя из территориального расположения подразделений ГС и расстояний до опорных узлов связи, а так же согласно рис 1.1 определяется структурная схема вычислительной сети городского сегмента, показанная на рисунке 1.4. Здесь подразделения ГС подключены к узлам СПД, объединенных топологией типа «кольцо».

В таблице 1.4 приведены расстояния между отделениями ГС и ближайшими опорными узлами связи. Поскольку каналы связи между отделениями ГС и узлами связи предполагается проложить по имеющимся подземным коммуникациям, то реальная длина линий связи будет больше, чем измеренная по карте. В среднем это расстояние можно учесть, введя вспомогательный коэффициент $K=1,5$, учитывающий разницу прямых расстояний на карте и подземных коммуникаций на местности. В таблице 1.4 используется та же нумерация, что и на рисунке 1.4.

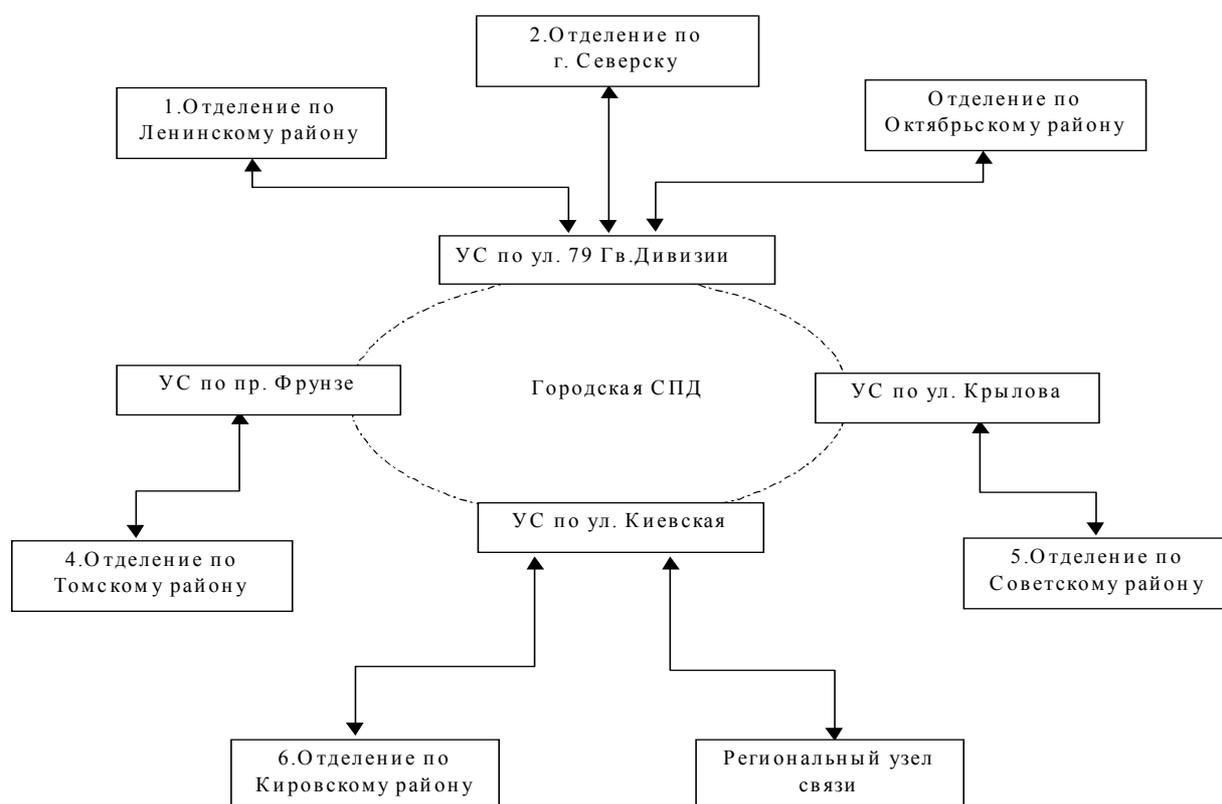


Рисунок 1.4 – Структурная схема городского сегмента корпоративной сети

Таблица 1.4 – Расстояния между отделениями ПФР и ближайшими опорными узлами связи

№	Название опорного узла связи (УС).			
	УС по ул. Крылова, км.	УС по ул. Киевская, км.	УС по пр. Фрунзе, км.	УС по ул. 79 Гв.Дивизии, км.
1				0,705
2				1,8
3				0,795
4			1,95	
5	0,9			
6		0,375		
7		0,562		

Наиболее предпочтительной выглядит организация связи по медным линиям. Телефонная связь присутствует во всех зданиях, где размещены отделения ГС, поэтому для обеспечения связи достаточно поставить модемы в шкафах с коммуникационным оборудованием и на узлах связи оператора. Любая другая сетевая технология потребует либо прокладки кабельной системы, как например для SDH или Ethernet, либо покупки диапазона частот, как для Radio Ethernet. Внедрение любой из этих технологий потребует серьезных временных затрат и больших капиталовложений.

С учетом тарифов на подключение выбираются способы подключения сетей отделений.

Смета затрат на подключение ЛВС отделений к городской СПД приведена в таблице 1.4.

Таблица 2.5 – Смета стоимости подключения ЛВС к городской СПД

№	Ст.	Наименование	Стоимость, руб.	Кол-во подключений	Сумма
	1	Подключение по некоммутируемой выделенной линии			
1		Организация выделенной линии	2900	6	23200
3		Подключение по выделенной линии к порту узла ОАО «Томсктелеком», интерфейс Ethernet 10 Мбит/сек.	3000	6	18000
	2	Подключение к Internet			
1		Подключение к синхронному порту	2600	6	15600
2		Постановка на маршрутизацию подсетей сети класса С, состоящих из 64 адресов	575	6	3450
		Итого:			60250
	3	Ежемесячные платежи для абонентов, подключенных по некоммутируемой линии:			
1		Абонентская плата за использование выделенной линии	300	6	1800
2		Абонентская плата при подключении по выделенной линии к порту Ethernet 10 Мбит/сек.	2800	6	16800
4		Абонентская плата за маршрутизацию сети класса (подсети) С	120	6	720
		Абонентская плата при подключении по выделенной линии и предоставление услуг в пределах квоты размером 1 Гбайт информации принятой из-за пределов области:			
5		Ethernet 10 Мбит/с.	4000	1	4000

Итого на подключение городских подразделений с оплатой услуг Internet потребуется 60250 рублей

Ежемесячные отчисления на абонентскую плату составят 22620 рублей.

Необходимо выбрать модемы для организации связи по выделенным линиям.

Таблица 1.6 – Смета стоимости расходов на модемы

№	Наименование	Цена (руб.)	Количество	Стоимость (руб.)
1	ZyXEL Prestig 782 S.SHDSL	14080	12	168960
Итого:				168960

Общий итог для подключения подразделений городского сегмента составил 229210 рублей.

Проектирование внешнего канала

Оценим скорости передачи по внешнему каналу. Необходимый месячный объем передаваемой информации – 20 Гбайт. Предполагается, что информация передается в течение 8 часов каждый рабочий день. Тогда средняя скорость:

$$R_{cp} = \frac{8 \cdot 20 \cdot 10^9}{22 \cdot 8 \cdot 3600} = 252,5 \text{ Кбит/сек.}$$

Если предположить, что максимальная скорость передачи превышает среднюю в 2 раза, тогда:

$$R_{max} = 505 \text{ Кбит/сек.}$$

Для организации канала воспользуемся услугами узла ОАО «Ростелеком», так как до этого узла легче организовать цифровой канал при сравнимых затратах. На узле из возможных интерфейсов V.35, Ethernet выбирается V.35. На региональном узле ГС применяется маршрутизатор фирмы Cisco Systems с выходным портом V.35 и входным портом Ethernet. Для организации канала применяется выделенная проводная линия связи длиной 1,2 км до узла и модемы фирмы ZYXel.

Оценка затрат на организацию и эксплуатацию внешнего канала отражена в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Оценка затрат на организацию и эксплуатацию внешнего канала

№	Ст.	Наименование	Цена (руб.)	Количество	Стоимость (руб.)
	1	Стоимость оборудования			
1		Маршрутизатор Cisco 3620	77500	1	77500
2		Модем ZyXEL Prestig 782 S.SHDSL	14080	2	28160
Всего:					105660

Связь с центральным узлом в Москве осуществляется по общим каналам сети Интернет, предоставляемым в пределах России оператором связи ОАО «Ростелеком». Надежность и качество связи удовлетворяет требованиям ежемесячного объема получаемой и передаваемой информации. Организации выделенного канала для связи с Москвой не требуется.

Проектирование локальной вычислительной сети «Отделения ГС по Томской области» (регионального узла связи)

Обзор технологий

Здесь кратко описываются основные технологии построения ЛВС (10/100Base-T, 100Base-FX и др.) и их сравнительные характеристики.

Выбор технологии передачи данных

Наиболее предпочтительными технологиями для создания ЛВС являются технологии, основанные на витой паре – 10Base-T, 10Base-TX, 100Base-T и 100Base-TX.

На сегодняшний день производители сетевого оборудования поставляют на рынок аппаратуру, которая одновременно поддерживает технологии 10Base и 100Base.

Основываясь на приведенных соображениях, останавливаемся на технологии 100Base-T.

Проектирование ЛВС

Основные требования, предъявляемые к сети, изложены в техническом задании. Однако при проектировании локальной вычислительной се-

ти клиентом выдвигаются уточняющие требования и дополнительные вопросы. А именно:

1. Активное оборудование ЛВС должно обеспечивать 60 коммутируемых портов на скорости 10/100 Мбит/с.

2. Кабельная система телефонной сети должна обеспечивать высокую помехозащищенность, минимизацию эксплуатационных расходов, простоту коммутации, поддержку стандартных интерфейсных разъемов (RJ45).

3. Телефонный кабель ГТС (7 пар) введен на первый этаж.

Выбранная технология локальной сети и ее территориальное расположение определяют топологию ЛВС. Согласно распределению рабочих мест сотрудников по кабинетам, топология сети будет представлять собой звезду, построенную на коммутаторах. Самая отдаленная рабочая станция находится на расстоянии менее 100 метров от коммуникационного оборудования, что удовлетворяет требованиям выбранной технологии.

При проектировании сетей Ethernet необходимо соблюдать все требования налагаемые стандартом. Эти требования разделены на две самостоятельные части.

Принципы функционирования устройств Fast Ethernet на канальном уровне определяют две широко используемые модели расчета временных параметров сети Ethernet [2]. Модель 1 устанавливает жесткие правила, при помощи которых можно анализировать конфигурацию сети. Как и в стандарте Ethernet, эти правила являются достаточными, есть, если конфигурация сети удовлетворяет этим правилам, то сеть построена верно. Если же конфигурация коллизийного домена не удовлетворяет правилам модели 1, то для анализа следует прибегать к модели 2. Разумеется, любая конфигурация, удовлетворяющая модели 1, будет удовлетворять модели 2.

Модель 1

Данная модель базируется на правиле «4-х хабов» для сетей Ethernet на основе витой пары. Согласно этому правилу, при построении ЛВС только на концентраторах между двумя любыми оконечными узлами сети должно быть не более 4-х концентраторов (хабов). Это обусловлено ограничениями на время двойного оборота (PDV) между двумя самыми удаленными друг от друга станциями, на снижение величины межкадрового интервала (PVV) и на длину каждого сегмента сети. На рис. 3.1 представлен пример построения сети с учетом соблюдения правила «4-х хабов».

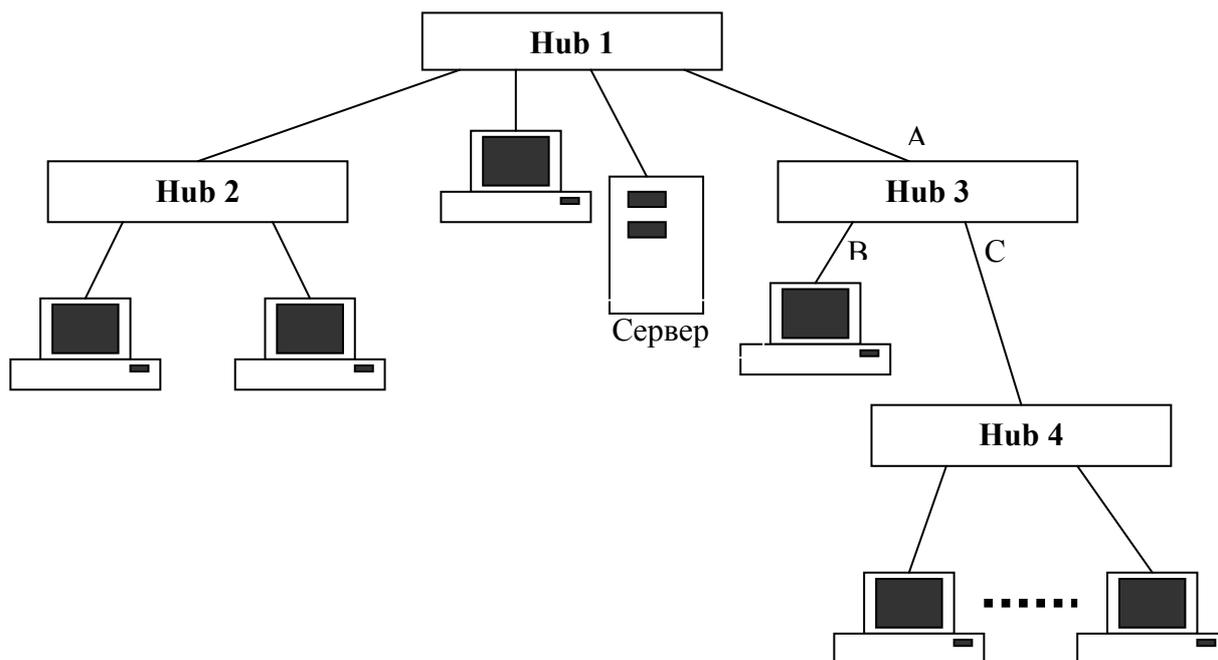


Рисунок 1.5 – Пример сети, построенной с учетом соблюдения правила «4-х хабов»

Для обеспечения корректной работы должны строго соблюдаться следующие условия:

- количество станций в сети не более 1024;
- максимальная длина каждого сегмента не более 100 м;
- время двойного оборота (Path Delay Value, PDV) между двумя самыми удаленными друг от друга станциями сети не более 575 битового интервала;
- сокращение межкадрового интервала IPG (Path Variability Value, PDV) при прохождении последовательности кадров через все повторители должно быть не больше, чем 49 битовых интервала.

Модель 2

Модель основывается на строгом расчете величины PDV (время двойного оборота между двумя самыми удаленными друг от друга станциями) для различных пар удаленных устройств. В стандарте Fast Ethernet время PDV не должно превосходить 512 bt. Эта цифра отличается от аналогичного параметра в стандарте Ethernet (575 bt), но отличие не более, чем формальное, поскольку уменьшение максимальной задержки на преамбулу в Fast Ethernet сопровождается пересчетом параметров задержки на DTE (Data Terminal Equipment), которые также уменьшены на время передачи преамбулы.

В силу синхронности режима передачи кадров, а также из-за небольшого числа повторителей в пределах коллизийного домена в Fast

Ethernet отсутствует проблема, связанная с уменьшением величины межкадрового интервала (свойственная сетям Ethernet).

В сетях Fast Ethernet используются повторители двух классов.

Повторители класса I поддерживают все типы систем кодирования физического уровня: 100Base-TX/FX и 100Base-T4. Повторители класса II поддерживают только один тип системы кодирования физического уровня – 100Base-TX/FX или 100Base-T4.

В одном домене коллизий допускается наличие только одного повторителя класса I. Это связано с тем, что такой повторитель вносит большую задержку при распространении сигналов из-за необходимости трансляции различных систем сигнализации.

Максимальное число повторителей класса II в домене коллизий – 2, причем они должны быть соединены между собой кабелем не длиннее 5 метров.

Небольшое количество повторителей Fast Ethernet не является серьезным препятствием при построении сетей. Во-первых, наличие стековых повторителей снимает проблемы ограниченного числа портов – все каскадируемые повторители представляют собой один повторитель с достаточным числом портов – до нескольких сотен. Во-вторых, применение коммутаторов и маршрутизаторов делит сеть на несколько доменов коллизий, в каждом из которых обычно имеется не очень большое число станций.

Полное время PDV пути между двумя удаленными узлами вычисляется на основе суммы задержек PDV на промежуточных устройствах, на оконечных устройствах и на кабельных сегментах. В таблице 3.1 приведены принятые стандартом Fast Ethernet допустимые задержки для разных типов устройств. Если используется подключение трансивера, то вплоть до максимальной длины интерфейсного MII кабеля 0,5 м вносимая задержка от него не учитывается и включена в параметры задержки DTE.

Таблица 3.1 – Максимальные допустимые задержки PDV на устройствах Fast Ethernet и на кабельных сегментах, установленные стандартом

Устройство/кабельный сегмент	Максимальная задержка на двойном пробеге PDV (bt)
Повторитель класса 1	140
Повторитель класса 2	92
Витая пара UTP Cat.5, 1м.	1,112

С учетом длин сегментов и максимальных допустимых задержек (таблица 3.1) проверим на предмет удовлетворения модели 2 модели 1 для примеров конфигураций, изображенных на рисунке 1.6.

А: $127+100\cdot 1,112+140+131\cdot 1,0=509,2$ ВТ UTP сегменты только на основе Т4
 В: $100+100\cdot 1,112+92+208\cdot 1,0=511,2$ ВТ Только ТХ/ФХ
 С: $100+205\cdot 1,112+2\cdot 92=511,96$ ВТ UTP сегмент (между 1 и 2)

Во всех случаях PDV не превосходит 512 bt, таким образом, эти конфигурации удовлетворяют модели 2. Это подтверждает, что сети, построенные по модели 1, удовлетворяют требованиям модели 2.

Как уже было сказано выше, данная локальная сеть располагается на одном этаже здания и исходя из реальных размеров помещений расстояния между рабочими станциями и повторителями не будут превышать 100 метров. Следовательно, сеть будет удовлетворять требованиям модели 1, а следовательно, и 2.

Условия выполнения требований к задержкам являются необходимыми, но не достаточными. Для того чтобы сеть корректно работала, необходимо также посчитать уменьшение межкадрового интервала, то есть величину PVV.

На рисунке 1.7 показаны сегменты ЛВС между самыми дальними компьютерами.

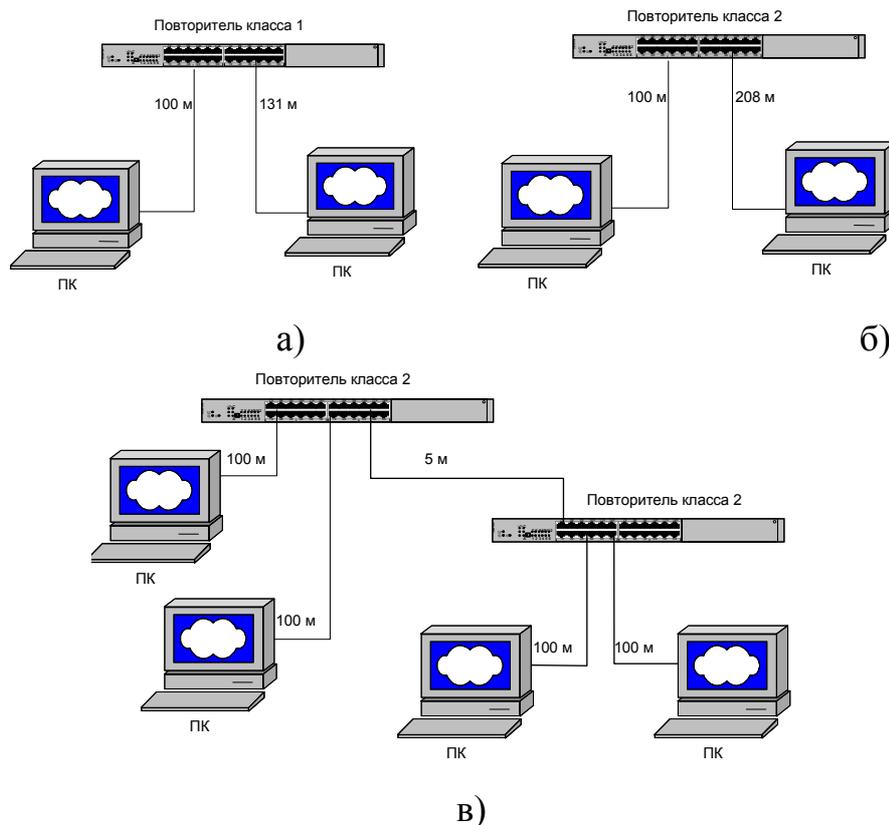


Рисунок 1.6 – Модели основных конфигураций расчета коллизийного домена: конфигурация А (а), конфигурация В (б), конфигурация С (в)

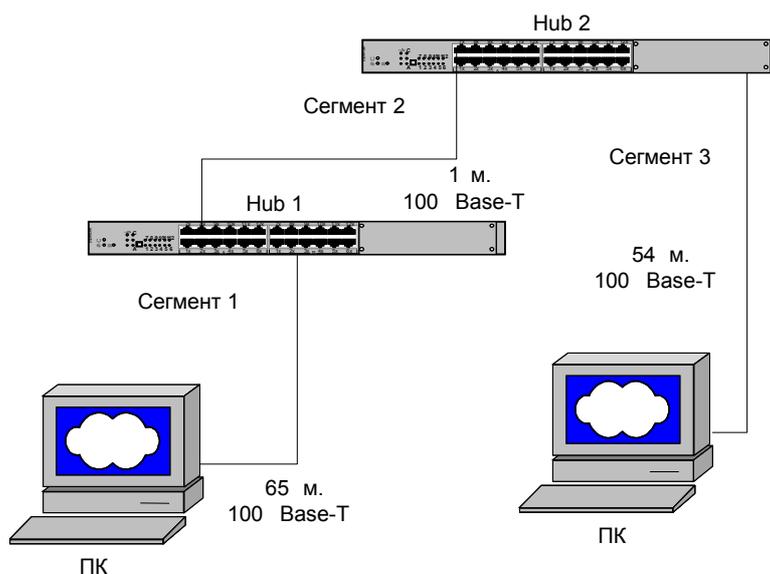


Рисунок 1.7– Структура сегментов проектируемой ЛВС

Воспользуемся значениями максимальных величин уменьшения межкадрового интервала при прохождении повторителей, рекомендованными IEEE и приведенными в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Сокращение межкадрового интервала повторителями

Тип сегмента	Передающий сегмент, bt	Промежуточный сегмент, bt
100 Base-FL	10.5	8
100 Base-T	10.5	8

В соответствии с этими данными рассчитаем значение PVV.

сегмент 1, 100 Base-T: 10.5;

сегмент 2, 100 Base-T: 8;

сегмент 3, 100 Base-T: 8.

Сумма этих величин дает значение $PVV=16,5$, что меньше предельного значения в 49 битовых интервала.

Следовательно, данная сеть соответствует стандартам Ethernet по всем параметрам, связанным и с длинами сегментов, и с количеством повторителей.

Построение структурированной кабельной системы

Структурированная кабельная система (СКС) здания включает в себя систему информационно-технологического электропитания (ИТЭ) и информационную сеть.

В рамках проектирования системы информационно-технологического электропитания предусмотрим подключение всего технологического электрооборудования: персональных компьютеров, сетевого оборудования, АТС, оборудования дополнительных подсистем. На каждом рабочем месте установим три двухполюсные электрические розетки с контактом заземления «европейского типа» для подключения к сети ИТЭ. Устанавливается групповой распределительный щиток с аппаратами защиты. Для обеспечения непрерывного питания сервера и активного оборудования при кратковременных исчезновениях напряжения, пониженном или повышенном напряжении внешней эл/сети установим систему бесперебойного питания мощностью до 2200 ВА. Время резервного питания может быть увеличено за счет установки дополнительных блоков аккумуляторных батарей. Оборудование этой системы расположим в серверной комнате. Кабели питания будут прокладываться открыто по стене, в кабель-каналах (Legrand), металлическому каркасу подшивного потолка. В рабочих помещениях электропроводка прокладывается в закрытых электротехнических кабель-каналах фирмы Legrand. Электрические кабели прокладываются в отдельных отсеках кабель-каналов (при совместной прокладке с проводниками СКС). Необходимо также учесть систему заземления. Все металлические корпуса электрооборудования, оборудования ЛВС, металлические конструкции для прокладки электропроводки, заземляющие контакты штепсельных розеток объединяются заземляющим многожильным кабелем, прокладываемым совместно с фазными проводниками в трубах.

В рамках проектирования информационной сети предусмотрим разводку кабельных трасс ЛВС и телефонной сети с использованием стандартных разъемов.

Кабельные трассы для вышеуказанных систем выполним с использованием декоративных кабель-каналов.

Выбор сетевого оборудования и комплектующих материалов

В этом разделе приводится выбор полного набора оборудования для нашей ЛВС с учетом всех вышеприведенных рассуждений и технических требований. В нижеприведенных таблицах приведено все необходимое оборудование с ценами и итоговыми суммами затрат на приобретение оборудования и проведение работ.

Таблица 3.3 – Активное сетевое оборудование

№	Наименование	Код	Кол.	Цена (руб.)	Стоим. (руб.)
1	SuperStack 3 Switch 3300XM (24x10/100+Matrix Port) 1U	3C16985B-ME	2	29529,5	59059
2	SuperStack II Switch Matrix Cable	3C16965	1	3388,31	3388,31
				Итого:	62447,31

Таблица 3.4 – Источник бесперебойного питания

№	Наименование	Код	Кол.	Цена (руб.)	Стоим. (руб.)
1	Smart-UPS 1400 RM + Network Bundle	SU1400RM I2U	1	24424,4	24424,4
				Итого:	24424,4

Таблица 3.5 – СКС

№	Наименование	Код	Кол.	Цена (руб.)	Стоим. (руб.)
1	Короб 60x16 (за 1 м)	30026	172	91	15786,85
2	Короб 100x50 (за 1м)	30038	66	283,98	18742,42
3	Заглушка 100x50	30852	4	35,11	140,45
4	Заглушка 60x16	30290	41	25,87	1060,75
5	Угол внутренний 100x50	30919	4	192,5	770
6	Угол плоский 100x50	30916	3	293,52	880,57
7	Угол внутренний 60x16	30291	21	91,78	1927,46
8	Угол плоский 60x16	30293	23	114,88	2642,33
9	Зажим для крепления кабелей	30888	40	38,5	1540
10	Рамка «Мозаик 45» для установки в плинтус 16x60	30377	120	78,23	9387,84
11	МХ-Модуль угловой T568A/B, 5е Кат., белый	МХ-С5-(XX)	60	153,69	9221,52
12	МХ-Переходник 45x45 мм для 2 модулей, белый	МХ-45-(XX)	30	36,65	1099,56
13	Шкаф настенный	004.00.01.0 0-9-GR	1	1349,04	1349,04
14	Кабель 4-парный категории 5е, Solid, 1000 фт.	9C5K4	3	2945,4	8836,21
15	Patch-cord, RJ45 кат. 5е, 3м	C5E-154-3MB	30	90,24	2707,32
16	Кабель 2-парный, UTP, Cat. 3, м	1227A, 96202	200	5,85	1170,40
				Итого:	77262,72

Таблица 3.6 – Шкаф коммуникационный

№	Наименование	Код	Кол.	Цена (руб.)	Стоим. (руб.)
1	Блок коммутационный S66, 50-парный, кат. 5	S66M1-50	5	242,09	1210,44
2	Панель коммутационная 19'' 48xT568A/B кат. 5е	HD5-48A4	1	8531,6	8531,6
3	Панель коммутационная 24xT568B/A категории 5е	HD5-24B	1	4589,2	4589,2
4	Распределитель кабеля с внутренней стороны 19'' стойки				
5	Винт, шайба, гайка	WM-BK	2	666,82	1333,64
6	Полка для оборудования. Вшкаф/ун.стойку 19,600мм (до100кг)	REC-FPPF	30	12	369,6
7	Панель электропитания, 19'', 8x220 В 10 А, с разъемом	REC-SV60	1	1047,2	1047,2
8	Распределитель кабеля 1U в 19'' cпjqre	050.05.02.0	1	1866,48	1866,48
9	Вертикальные кольца для разводки кабеля	S110-RWM	3	1001	3003
10	Patch-cord, RJ45 кат. 5е, 3м	REC-EPCM	12	194,04	2328,48
11	Patch-cord, RJ45 кат. 5е, 1м	C5E-154	15	90,24	1353,66
12	Шкаф, 42U, 2033x600x800 mm	C5E-154	30	63,14	1894,2
		REC-6428	1	29260	29260

Таблица 3.7 – Электрическое оборудование

№	Наименование	Код	Кол.	Цена (руб.)	Стоим. (руб.)
1	Розетка электр. с заземлением и защитн. шторками	74130	92	97,02	8925,84
2	Рамка M45 для установки в крыш-кут60 и 75 мм (2M)	30381	2	38,19	76,38
3	Шкаф Fael RN-2*12L		1	896	896
4	Коробка разводная 75x75x35	30316	6	98,56	591,36
5	Провод ПВ1-1*6	--	50	10,16	508,2
6	Кабель силовой NYM 3X1.5	--	360	11,4	4102,56
7	Труба гофрированная d=20 мм	91920	4	10,78	43,12
				Итого:	11040,9

Таблица 3.8 – Работы

№	Наименование	Код	Кол.	Цена (руб.)	Стоим. (руб.)
1	Прокладка кабеля по готовым каналам (за 1м)		850	12,32	10,472
2	Монтаж коммуникационной стойки		1	1540	1540
3	Сверление отверстий		19	92,4	1755,6
4	Установка розетки 2xRJ-45 (за 1 шт.)		35	92,4	3234
5	Монтаж пластикового короба до 60x16 (за 1м)		170	36,96	6283,2
6	Монтаж пластикового короба до 100x50 (за 1м)		68	55,44	3769,92
7	Установка щита для автоматов		1	61,6	61,6
8	Подключение к однофазному автомату		1	15,4	15,4
9	Подключение к трехфазному автомату		1	46,2	46,2
10	Установка розетки электропитания		100	61,6	6160
11	Монтаж патч-панели 24-port		1	369,6	369,6
12	Монтаж патч-панели 48-port		1	739,2	739,2
				Итого:	22876,4

Итого для создания ЛВС на 60 рабочих мест потребуется сумма: 235389 рублей. Кроме этого возникнут дополнительные расходы на пусконаладочные работы и установку программного обеспечения.

Распределение IP-адресов

Подробная информация об IP-адресах дана в [1].

Наша сеть соответствует классу «С». Общее число компьютеров в сети составляет 35. Поскольку при расчете стоимости подключения ЛВС учли стоимость выделения подсети класса «С» и стоимость ее маршрутизации, то выберем диапазон адресов, необходимых для нашей ЛВС. В нашем случае достаточно будет одного адреса из диапазона 192.0.1.0 – 223.255.255.0. Хотя распределение адресов будет осуществлять «Томсктелеком» исходя из имеющегося в его распоряжении диапазона, мы, для примера, сами выберем адреса. Пусть это будет адрес 217.18.139.0. Тогда маской для такой сети будет являться число 255.255.255.224.

Назначение IP-адресов.

Назначение адресов может производиться администратором вручную, но иногда этот процесс слишком утомителен даже при небольшом размере сети протокол Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) освобождает от этих проблем, автоматизируя процесс назначения IP-адресов. Протокол DHCP работает в соответствии с моделью клиент-сервер. Во

время старта системы компьютер, являющийся DHCP-клиентом, посылает широковещательный запрос на получение IP-адреса. DHCP-сервер откликается и посылает сообщение – ответ, содержащее IP-адрес.

DHCP может поддерживать как динамическое, так и статическое распределение адресов.

Назначим IP-адреса из диапазона 192.168.0.0 – 192.168.255.0

Качество обслуживания и развитие системы

Обычно под понятием «качество обслуживания» (Quality of Service, QoS) компьютерной сети понимаются две самые важные характеристики сети – производительность и надежность.

Созданная нами сеть передачи данных удовлетворяет существующим в настоящее время подходам для обеспечения надежности качества обслуживания. Так, технологии, на которые опираются операторы связи, позволяют обеспечить постоянную скорость передачи данных (для областного сегмента – не менее 128 Кбит/сек, для городского – не менее 2,048 Мбит/сек, объем трафика с центральным узлом в Москве – 20 Гбит/мес.). Надежность гарантируется наличием на центральных, региональных и территориальных операторов связи резервного коммуникационного оборудования, обеспечением бесперебойного питания оборудования.

Под развитием подразумевается возможность осуществления расширения и масштабируемости сети.

Расширяемость (extensibility) означает возможность сравнительно легкого добавления отдельных элементов сети (пользователей, компьютеров, приложений, служб), наращивания длины сегментов сети и замены существующей аппаратуры более мощной.

Масштабируемость (scalability) означает, что сеть позволяет наращивать количество узлов и протяженность связей в очень широких пределах, при этом производительность сети не ухудшается.

Также под развитием подразумевается возможность сравнительно нетрудоемкого перехода на более современные технологии, программного обеспечения для создания лучших условий функционирования сети передачи данных.

Заключение

В заключении студент должен написать о результатах работы, предоставить краткие выводы и обосновать приемлемость выполненной работы.

В ходе данной работы была рассчитана корпоративная сеть передачи данных (КСПД) одной из государственных структур Томской области. Данная государственная структура имеет отделения как на территории областного центра, так и на территории области. Поэтому и расчет КСПД приводился как для городского сегмента, так и для областного, что подразумевает разные требования к скорости обмена данными. Рассчитанная КСПД также обеспечивает обмен данными с центральным узлом в Москве. Для регионального узла была рассчитана локальная вычислительная сеть.

По результатам курсовой можно сделать выводы, что расположенный на территории области оператор связи (филиал ОАО «Сибтелеком») позволяет удовлетворить требованиям к надежности и качеству связи и скоростям обмена данными между всеми узлами КСПД.

Из приведенных расчетов видно, что установка сети обойдется структуре в 631399 руб, ее ежемесячное обслуживание в 20490 руб.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. «Проектирование корпоративных сетей», методическое пособие. Томск, ТУСУР, 2002.
2. Олифер В.Г, Олифер Н.А. «Компьютерные сети». – СПб.: Питер, 2001.
3. Кульгин М. Технологии корпоративных сетей. – СПб., 2000.
4. Семенов А.Б., Стрижаков С.К., Сунгелев Н.Р. Структурированные кабельные системы. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ЛАЙТ Лтд., 2001.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

В состав городского сегмента РКСПД входят:

№	Наименование	Количество компьютеров
1	Управление ГС по Томской области (региональный узел связи).	60
2	Отделение при Управлении ГС по Томской области, Томский район.	45
3	Отделение при Управлении ГС по Томской области, Кировский район г. Томска	55
4	Отделение при Управлении ГС по Томской области, Советский район г. Томска	55
5	Отделение при Управлении ГС по Томской области, Ленинский район г. Томска	55
6	Отделение при Управлении ГС по Томской области, Октябрьский район г. Томска	55
7	Отдел при Управлении ГС по г. Томской области, г. Северск.	55

В состав областного сегмента РКСПД входят:

№	Наименование	Количество компьютеров
1	Отделение при Управлении ГС по Томской области, г. Асино	40
2	Отделение при Управлении ГС по Томской области, г. Стрежевой	40
3	Отделение при Управлении ГС по Томской области, г. Колпашево	40

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Тарифы на услуги сети передачи данных. За услуги, оказываемые предприятиям и организациям, взимается НДС в размере 20% сверх указанных тарифов.

NN поз	NN ст.	Виды услуг	Оплата в руб.
		Раздел I. Выделение адресов	
1	1	Выделение статического IP-адреса	100
2	2	Абонентская плата за поддержку одного статического IP-адреса	50
3	3	Постановка на маршрутизацию первой сети класса C	820
	4	Постановка на маршрутизацию подсетей сети класса C, состоящих из:	
4		- 8 адресов	320
5		- 16 адресов	400
6		- 32 адресов	480
7		- 64 адресов	575
8		- 128 адресов	700
9	5	Постановка на маршрутизацию каждой дополнительной сети класса C	820
		Раздел II. Соединение по некоммутируемой линии	
1	1	Подключение по выделенному каналу к асинхронному порту узла ОАО «Томсктелеком», интерфейс RS232	1000
2		Подключение по выделенному каналу к асинхронному порту узла ОАО «Томсктелеком», интерфейс RS232, с предоставлением в аренду двухпроводной выделенной линии	6000
3		Комплексное подключение по выделенному каналу к асинхронному порту на скорости до 33,6 кб/с, ОАО «Томсктелеком» интерфейс RS232 с предоставлением в аренду выделенной линии, 2-х модемов	7000
	2	Подключение по выделенной линии к синхронному порту узла ОАО «Томсктелеком», интерфейс V35 или к интерфейсу Ethernet со скоростью передачи на линии не более 2 Мб/с:	
4		- на скорости до 64 кбит/сек(включительно)	1000
5		- на скорости до 128 кбит/сек(включительно)	1000
6		- на скорости от 128 кбит/сек до 2Мбит/сек	3000

7	3	Подключение по выделенной линии к порту узла ОАО «Томсктелеком», интерфейс Ethernet 10 Мбит/сек	3000
8	4	Переоформление договора на услуги, предоставляемые по некоммутируемым линиям с одного юридического лица на другое без изменения точки и технических характеристик подключения	10% от дейст. тарифа
9	5	Тестовое подключение по выделенному каналу к порту узла ОАО «Томсктелеком» с предоставлением в аренду двухпроводной выделенной линии сроком до 3 месяцев	1000
	6	При положительных результатах тестовых работ производится доплата за подключение:	
10		по выделенному каналу к асинхронному порту узла ОАО «Томсктелеком», интерфейс RS232 с предоставлением в аренду двухпроводной выделенной линии	6000
		по выделенной линии к синхронному порту узла ОАО «Томсктелеком», интерфейс V35 или к интерфейсу Ethernet с предоставлением в аренду двухпроводной выделенной линии со скоростью передачи:	
11		- до 128 кбит/сек (включительно)	6000
12		- от 128 кбит/сек до 2 Мбит/сек	8000
13		- интерфейс Ethernet до 10 Мбит/сек	8000
		Раздел III. Ежемесячные платежи для абонентов, подключенных по некоммутируемой линии	
1	1	Абонентская плата за маршрутизацию сети (подсети) класса С	120
	2	Абонентская плата при подключении по выделенной линии и предоставление услуг в пределах квоты размером 1 Гбайт информации принятой из-за пределов области:	
2		- асинхронный порт до 57кб/с	4000
3		- асинхронный порт до 115кб/с	4000
4		- синхронный порт или порт Ethernet: до 64 кбит/с	4000
5		до 128 кбит/с	4000
6		от 128 кбит/сек до 2048кбит/с	4000
7		- Ethernet 10 Мбит/с	4000
		При превышении месячного объема информации, принятой из-за пределов области, свыше 1 Гбайта за каждый Мбайт превышения	
8		от 0 Гбайт до 20 Гбайт	2,2

9		от 20 Гбайт до 50 Гбайт	1,5
10		более 50 Гбайт Общая сумма оплаты складывается из сумм, начисленных за объем информации в каждом интервале превышения	1,3
	3	Абонентская плата при подключении по выделенной линии:	
11		- асинхронный порт	1200
12		- асинхронный порт при комплексном подключении с арендой модемов по ст.18 поз. 34.1	2000
13		- синхронный порт на скорости до 128 Кбит/сек или порт Ethernet со скоростью передачи на линии не более 128 кбит/сек	2000
14		- синхронный порт на скорости от 128 Кбит/сек до 2 Мбит/сек или порт Ethernet со скоростью передачи на линии от 128 кбит/сек до 2 Мбит/с	2200
15		- Ethernet 10 Мбит/сек	2800
		Оплата трафика из расчета за 1 Мбайт информации, принятой из-за пределов области в зависимости от общего объема за месяц:	
16		до 1 Гбайт	3,6
17		от 1 до 4 Гбайт	2,7
18		более 4 Гбайт	2,2
	4	Абонентская плата при подключении по выделенной линии с организацией виртуального канала с гарантированной полосой пропускания внутри города Томска:	
19		- асинхронный порт	2500
20		- синхронный порт на скорости до 128 Кбит/сек или порт Ethernet со скоростью передачи на линии не более 128 кбит/сек	3000
21		- синхронный порт на скорости от 128 Кбит/сек до 2 Мбит/сек или порт Ethernet со скоростью передачи на линии от 128 кбит/сек до 2 Мбит/с	3800
22		- Ethernet 10 Мбит/сек	5750
		Раздел IV. Предоставление в пользование цифровых каналов на площадке клиента в черте населенного пункта	
	1	Инсталляция цифрового порта на гибком мультиплексоре с продлением канала до площадки клиента, интерфейс V.35 (электрический выход) в зависимости от пропускной способности:	

10		до 64 кбит/сек	18500
11		до 128 кбит/сек	19700
12		до 192 кбит/сек	22500
13		до 256 кбит/сек	24800
	2	Ежемесячная абонентская плата за использование цифрового порта на гибком мультиплексоре с продлением канала до площадки клиента, интерфейс G.703 (электрический выход) в зависимости от пропускной способности, при протяженности канала до 3-х км:	
14		до 64 кбит/сек	8700
15		до 128 кбит/сек	9800
16		до 192 кбит/сек	11200
	3	Ежемесячная абонентская плата за использование цифрового порта на гибком мультиплексоре с продлением канала до площадки клиента, интерфейс V.35 (электрический выход) в зависимости от пропускной способности, при протяженности канала до 3-х км:	
23		до 64 кбит/сек	5200
24		до 128 кбит/сек	6000
25		до 192 кбит/сек	6800
26		до 256 кбит/сек	8000
		Каждый км превышения оплачивается в размере 10% от базового тарифа	