МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

кафедра Телекоммуникационных систем

«Допущен к защите»
Заведующий кафедрой проф. к.т.н.
Байкенов А.С.
(Ф.И.О., ученая степень, звание)
_____ «_____»_____ **20__ г.**
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Проектирование транспортной сети в г. Караганды

Специальность 5В0 - Радиотехника, электр и телекомм-я

Выполнил (а) Асанбеков И.К. гр. РЭу-12
(Фамилия и инициалы) группа

Научный руководитель Кадыров Х.Г.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)

Консультанты:
по экономической части:
Бекишева А.И., к.э.н., доцент
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «16» 06 2016 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:
Прокопьев И.Г., д.х.н., проф
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «16» 06 2016 г.
(подпись)

по применению вычислительной техники:
к.т.н., доц. преп. Бурденова Ю.А
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «16» 06 2016 г.
(подпись)

_____
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «_____»_____ 20__ г.
(подпись)

Нормоконтролер: Демидова Т.Д., ст. пр-ль
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «17» июня 2016 г.
(подпись)

Рецензент: _____
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «_____»_____ 20__ г.
(подпись)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество

АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Факультет Радиотехники и связи
Специальность 5В071900 - Радиотехника, электр. и телеком-я
Кафедра Телекоммуникационные системы

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студент Асанбекову Ибрагиму
(фамилия, имя, отчество)

Тема проекта

утверждена приказом ректора № 148 от «19» 10 2015 г.
Срок сдачи законченной работы «25» 05 2016 г.
Исходные данные к проекту требуемые параметры результатов проектирования (исследования) и исходные данные объекта

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Функциональная схема транспортной сети
2. Структура мультипротокольной транспортной сети
3. Управление трафиком MPLS
4. Схема предоставления услуг
5. Стандартизованная технология GFP
6. Основные элементы системы WDM
7. Схема операторской сети из отдельных уровней
8. Архитек-а транспорт-х сетей
9. Схема транспортной сети оператора мобильной связи г. Карагайлы

Рекомендуемая основная литература

1. Иванова Т.И. Абонентские терминалы и компьютерная технология.
2. Куперман М.Б. и др. Технологии и проток-ы территориаль-х сетей связи.
3. Халсалл Ф. Передача дан-х, сети компьют. и взаимосвязь открытых систем

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
БЖД	Дмитриева И.Г.	18.03-16.06.16	
Эконом. часть	Векшина А.И.	16.06.16	
Выч. техника	Корнеева Ю.А	16.06.16	
Техн. часть	Кадыров Х.К.	14.06.16	

Г Р А Ф И К
подготовки дипломного проекта

№ п/п	Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
1.	Теоритеческая часть	19.10.15 – 03.02.16	
2.	Техническая часть	03.02.16 – 03.04.16	
3.	Расчетная часть	03.04 – 20.04.16	
4.	Исследовательская часть	20.04 – 20.05.16.	
5.	БЖД	20.05. – 25.05.16.	
6.	Экономич. часть.	25.05. – 30.05.16	

Дата выдачи задания «19» 10 2015 г.

Заведующий кафедрой _____ _____
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Руководитель _____ Кадыров Х.Г.
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Задание принял к исполнению
студент _____ Асанбеков
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Аннотация

В проекте рассматриваются расширенные возможности развития транспортных сетей. Приведена работа маршрутизаторов, коммутаторов, шлюзов в коммутируемом оборудовании в проектируемой транспортной сети в г .N. Рассмотрены особенности трафика новых транспортных технологий и внедрение новых телекоммуникационных сервисов при использовании систем спектрального уплотнения. Сделаны необходимые расчеты. Представлен бизнес- план проектируемого объекта . Рассмотрены вопросы техники безопасности

Аңдатпа

Бұл жұмыс функционалдық мүмкіндіктері желілерін жобалау кезінде Карагайлы қаласындағы көлік жүйесінің ерекшеліктері карастырылады, трафик заманауи технологиясы NGSDH даму тенденциялары, қазіргі DWDM технологиясы қарастырылган.

Жасалған қажетті есептеулер бар. Ұсынылған бизнес - жоспар жобаланып отыр.

Annotation

Hired embraces functional possibilities of networks at planning of a transport system in city N. The features of traffic are examined in modern terms in technology of NGSDH. progress of modern technology of DWDM trends are considered

Necessary calculations are done. Presented business- plan of the designed object The questions of accident prevention are considered

Содержание

Вводная часть

1 Расширенные возможности развития транспортных сетей

1.1 Сеть связи, проектируемая в г

1.2 Маршрутизаторы, коммутаторы, шлюзы в коммутируемом оборудовании

1.2.1 Использование коммутаторов 3 –го уровня

1.3 Особенности трафика новых транспортных технологии

1.4 Внедрение новых телекоммуникационных сервисов при использовании систем спектрального уплотнения.

1.4.1.Поэтапное развитие технологии DWDM

1.4.2Математическое описание процессов взаимодействия транспортных технологий

1.5. Использование цифровых сетей поверх существующих сетей

2 Расчетная часть

2.1 Расчет необходимых параметров EDFA

2.2 Обеспечение надежности мультисервисной сети

2.3 Оценка характеристик трафика MPLS Ethernet.

2.4 MPLS/Metro Ethernet- расчет параметров надежности.

2.5 Определение длины регенерационного участка

3.Бизнес план

4.Экология

Заключительная часть

Список и используемых источников

Вводная часть

Актуальным подходом к формированию мультисервисных операторских сетей связи является разделение сети на уровни с четким отделением уровня универсальной транспортной среды от уровня услуг. Одним из основных протоколов транспортной магистрали стал протокол IP. Разделение уровня транспорта и уровня услуг делает возможной ситуацию, при которой эти уровни могут находиться у разных операторов. В свою очередь, изменяется структура построения их экономическая , финансовая и техническая модель. Начинают появляться разнотипные услуги операторов: некоторые обеспечивают транзит трафика, некоторые занимаются работой сервис-провайдера.. Таким образом вновь образованные сервисы, напротив, высокодоходны, и должны хорошо продаваться, давая возможность операторам заработать на новых услугах. Это весьма веский аргумент для традиционных операторов в пользу перехода к современным сетям.

Два направления операторских сетей включи ают в себя:региональные– MAN). и магистральные (межрегиональные) .

На региональном уровне (или городские, или Metropolian Area Networks мультисервисная сеть призвана обеспечивать подключение абонентов и предоставление им как транспортных, так и прикладных услуг (Value Added Services)

На магистральном уровне мультисервисная сеть отвечает за транзит конвергентного трафика, получаемого от региональных сегментов

Основным материалом для построения магистральных MPLS-сетей - оптическая транспортная среда, создаваемая с использованием таких технологий, как DWDM и SDH, Технология MPLS ,сочетая в себе достоинства методов маршрутизации и коммутации, создает очень производительную, масштабируемую мультисервисную архитектур .

Цель данной работы- проектирование транспортной сети г.Карагайлы.

Для этого необходимо сделать следующее.

1Функциональные возможности транспортных сетей

1.1Проектируемая сеть передачи данных в г Карагайлы

Карагайлы́ — посёлок в Каркаралинском районе Карагандинской области Казахстана. Административный центр Карагайлинской поселковой администрации.

Расположен в 250 км к юго-востоку от Караганды. Конечная станция железной дороги. Горно-обогатительный комбинат (полиметаллические руды) корпорации «Казахмыс», рудник «Кентобе» ТОО «Оркен» (дочерняя компания АО «АрселорМиттал Темиртау», добыча железной руды). Переработка золотосодержащих руд с рудника «Абыз». Посёлок Карагайлы был образован в 1952 году. В 1977—1988 годах — центр упразднённого ныне Талдинского района.

Население. В 1999 году население посёлка составляло 6188 человек (2984 мужчины и 3204 женщины). По данным переписи 2009 года, в посёлке проживало 4850 человек (2383 мужчины и 2467 женщин.

Проектируемая сеть передачи данных Карагайлы предназначена для организации транспортной инфраструктуры в пределах г Карагайлы.

Городские сети по сути работы разделяются на лестницы доступа: стойкая сеть (магистраль), уровень агрегации, уровень ближайщих достижении (для обеспечения повышенной верности и резервирования применяется топологическая модель круга). Круг создаются на уровнях опорной сети и доступа.

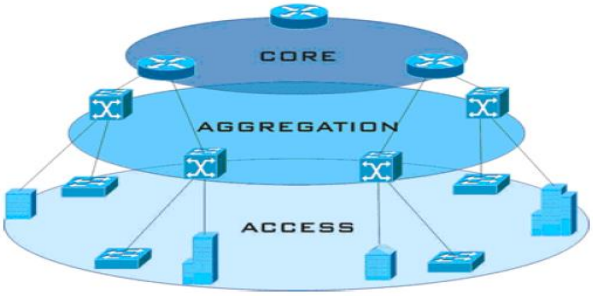


Рисунок 1.1- Функциональная схема транспортной сети

Паутина строится путем линейности обьединенных узлов, образуя соединение типа ring (круг).Рабочая схема сети представлена на рисунке 1.1. Пропускная способность круга 1 Гб/с. Узлы обьединяюся дуг с другом волоконно-оптическими последовательными линией связи, на базе которых получаются магистральные каналы связи Gigabit Ethernet пропускной способностью 1 Гбит/с. В vip случаях магистральные каналы связи организуются через потоки E1 сети SDH.[1]

Устройство узлов сети будет обеспечивать как возможность соединение клиентов по интерфейсу Fast/Gigabit Ethernet напрямую к коммутатору, так и ADSL и/или SHDSL соединение через DSLAM. Проектируемая сеть строится на устройствах технологии «Huawei Technologies». Функционирующие аппараты основаны на открытых

правилах, позволяющих расширять и дополнять существующее строительство.

Технология Ethernet в своем модерназации пошла вперед уровень локальных сетей. Она избавилась от коллизий, получила полный двустороннюю связь и большие скорости.

Гигабитный Ethernet (1 и 10 Гбит/с) стал заманчивым с точки зрения цены/производительность и удачным выбором для построения операторских сетей Metro Ethernet.

Большой спектр дешевых решений для оптической перевозки – одномодовые и многомодовые конвертеры и модули позволяют внести Ethernet на магистралях.

Построение транспортной сети

В задании для организации транспортной линии применяется оборудования Fast Ethernet.

Устройства Fast Ethernet является развивающимся подьемом обычной технологии Ethernet. Ее главные преимущества :

- рост пропускной способности сегментов сети до 100 Мб/с;
- сохранение метода случайного доступа Ethernet;
-сохранение звездопохожий топологии сетей и поддержка традиционных сред отдачи данных - витой пары и оптоволоконной линии.

Официальный стандарт 100Base-T (802.3u) применил три различных спецификации для первого уровня (в терминах семиуровневой модели OSI) для поддержки следующих типов кабельных систем:

- 100Base-TX для двухпарного кабеля на неэкранированной витой паре UTP Category 5, или экранированной витой паре STP Type 1;
- 100Base-T4 для четырехпарного кабеля на неэкранированной витой паре UTP Category 3, 4 или 5;
- 100Base-FX для многомодового оптоволоконной линии.

Сегодня часто возникают повышенные требование к пропускной способности каналов между клиентами сети и серверами. Это происходит по разным проблемам:

- повышение производительности клиентских ПК;
- буйный рост числа пользователей в сети;
-появление положений, работающих с мультимедийной информацией, которая хранится в файлах очень больших размеров;
- рост числа сервисов, функционирующих в настоящем масштабе времени.

Отсюда, появляется надобность в экономичном решении, предоставляющем нужную пропускную способность во всех перечисленных ситуациях. Ситуация усложняется потому, что нужны различные технологические задачи - для организации магистралей сети и подключения серверов одни, а для подключения настольных клиентов - вторые.

Для увеличения пропускной способности сети можно использовать некоторые способы: сегментация сети с помощью мостов и карты,

разделения сети с помощью коммутаторов и повышение пропускной способности самого правила. Структурная схема транспортной сети в г.Карагайлы.

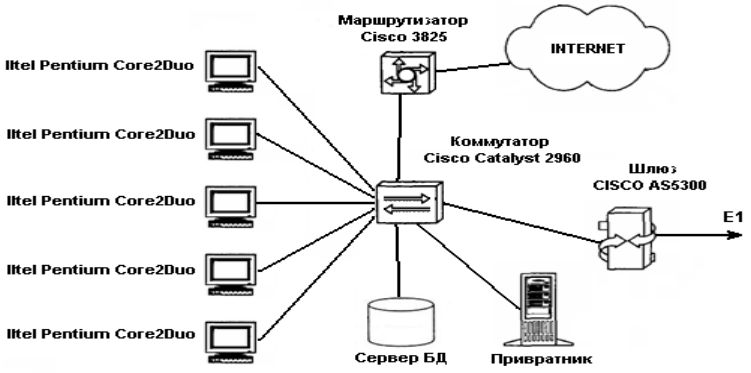


Рисунок 1.2 - Структурная схема транспортной сети

Кроме оборудования, описанного выше, транспортная сеть будет содержать соединитель Cisco Catalyst 2960, карты Cisco 3825, а также 5 индивидуальных компьютеров Intel Pentium Core2Duo со встроенными сетевыми картами Fast EtherLink организации 3Com.[2]

Построение транспортных пакетных сетей

Базу NGN составляет универсальная транспортная сеть, осуществляющие функции транспортной лестницы и уровня управления соединением и передачей [1, 2, 3, 8].

В состав транспортной сети NGN могут вносить:

-транзитные узлы, выполняющие функции переноса и соединение;

-последние (граничные) узлы, обеспечивающие ближайщее соединение абонентов к мультисервисной сети;

-контроллеры сигнализации, выполняющие функции обработки информации сигнализации, управления звонками и коммутацией;

-разрешающие осуществить соединение традиционных сетей связи (ССОП, СПД, ССПС),шлюзы

Контроллеры сигнализации могут быть предоставлены в отдельные устройства, поэволяющие для обслуживания нескольких узлов обьединения. Воспользование общих контроллеров дает рассматривать их как одну систему коммутации, распределенную по одной линии.

Оптимальное решение не только облегчает программу установления соединений, но и является наиболее выгодно для операторов и поставщиков услуг, так как позволяет заменить ценные системы коммутации большой емкости небольшими, гибкими и доступными по стоимости более не дорогих организаций услуг.

Последние и последние-транзитные узлы транспортной сети имеют выполнять услуги узлов служб, т.е. состав функций граничных узлов могут быть расширен благодаря прибавлению функций презентации услуг.

Архитектура таких узлов может использоваться технология гибкой соединения (Softswitch). Структура многоправилной транспортной сети показан на рисунке 1.3.

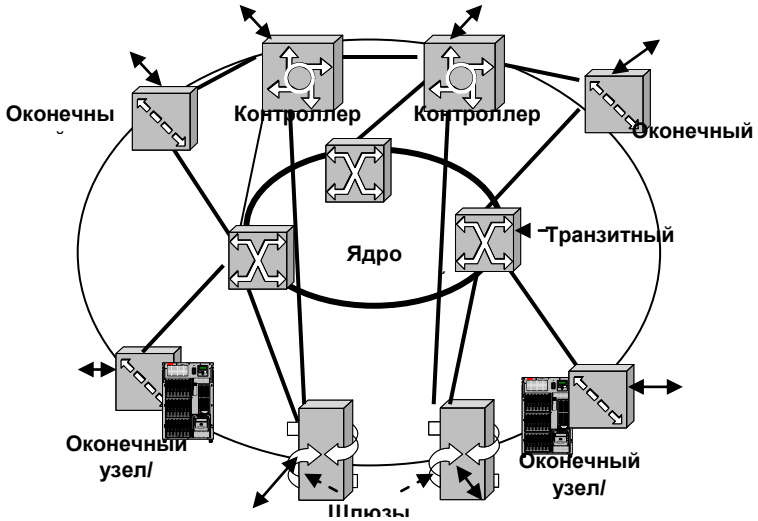


Рисунок 1.3. Архитектура многопротокольной транспортной сети

Вместе использование двух правил – RSVP на уровне доступа и MPLS на уровне транспортной сети –разрешает предоставлять пользователям конвергентной сети благостное качество передачи информации.

Взаимодействие существующих сетей с NGN

На первом этапе ССОП может стать частью конвергентной сети, а на стыках между ССОП и транспортной сетью IP/MPLS будут вводится шлюзы VoIP – технология, которые введены для преобразования потока информации, приходящего от сети связи общего пользования, к виду, пригодному для передачи по IP-сетям.

И еще, в конвергентную сеть войдут сети IP-телефонии параллельных операторов, использующие обьединеия соединений протоколы H.323 и SIP. Сегодня эти сети используются, на базе, для междугородной и международной связи,и в условиях конвергентной сети они станут другим вариантом для ССОП.

Для управление междудействием сетей, входящих в конвергентную сеть, используется многофункциональный и весьма ответственный узел Softswitch.[3]

Данный узел предназначен управлять коммутацией при межсетевой связи, шлюзами и сетевым трафиком. В процессе управления коииутацией Softswitch решает задачи поддержки систем сигнализации междусобой

действующих сетей. Отсюда исходит, что Softswitch управляет услугой звонков и не отвечает за коммутацией через карты IP-сети. Известны разработанные протоколы: Tario.Net Softswitch и Протей-Softswitch.

На чертеже 1.4 представлен пример установления коммутации абонента ССОП с пользователем сети IP-телефонии в мультисервисной сети, использующей Softswitch и транспортную сеть с технологией IP/MPLS.

Пример когда нужно соединить двух абонентов, один из которых является абонентом ТФОП, а другой – абонентом IP-телефонии. Пусть коммутатор главный, соединения будет VoIP-пользователь (пользовательА), а сеть IP-телефонии использует протокол H.323.

С помощью сигнала Setup протокола сигнализации H.225.0 стека H.323 пользователь А информирует узлу Softswitch номер абонента ТФОП (пользовательБ). Softswitch обязан выделить адрес вызываемого абонента и, так как это абонент ТФОП, найти ближайший к нему шлюз VoIP.

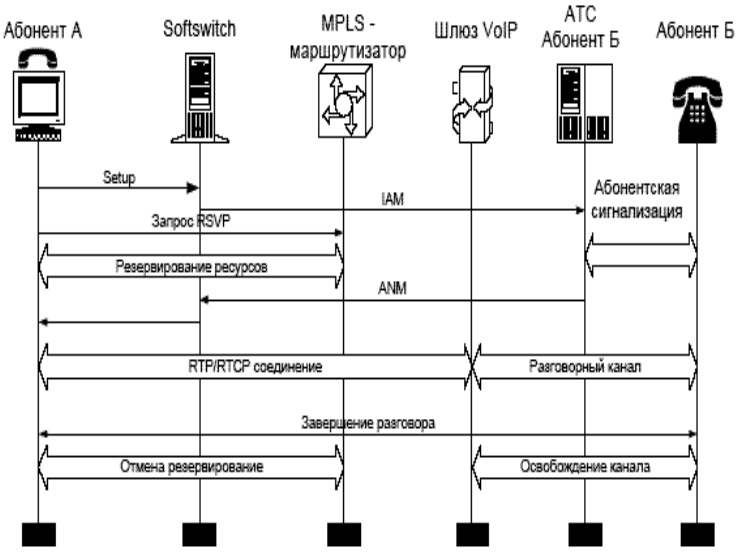


Рисунок 1.4 – Установление связи абонента ТФОП пользователя сети IP-телефонии в многосервисной сети исползующей Softswitch и перевозящая сеть с технологией IP\ MPLS

Пользовательский А устройство с помощью правил докементов RSVP спрашивает у карты MPLS и уведомляется в сети доступа нужные ресурсы связи, необходимые ему для гарантированной отдачи голосовых сообщении в этом масштабе времени с нужным качеством доставки связи.[3]

Устройство пользующего А дальне не постоянно имеет прямой связь к сети MPLS. Связь к ней имеет случается через Internet всех пользования, которая не обеспечивает гарантированного качества доставки связи. Поэтому в системе доступа нужно пользоваться правилами RSVP.

Если в ТФОП/интегральная сеть применяется система сигнализации ОКС number seven, Softswitch передает звуковой сигнал IAM (начальное адресное сообщение) в сторону вызываемой станции (которая может

находиться в зоне движущего другого Softswitch, и тогда впервые сигналы правил SIP будут взаимодействоваться узлы Softswitch, в последующем информация IAM будет транслироваться на АТС вызываемого пользователя).

Взяв от вызываемой станции информацию ANM об ответе вызываемого абонента, Softswitch передает информацию в другую вызывающего абонента А.

Между шлюзом VoIP, который был нахожден узлом Softswitch, и ближайшим к нему маршрутизатором MPLS случается RSVP-соединение.

И происходит линейуа связи: VoIP терминал – карты домена IP/MPLS – шлюз VoIP – АТС – терминал ССОП, и на всем ее линии происходит работа обеспечения гарантированного качества доставки разговорной речи.

После происходит передача речевой сигнала между абонентами через IP-сеть с использованием правил RTP/RTCP.

После оканчания сеанса соединение разрывается. Для этого люди (абонент А взаимодействует с Softswitch, а абонент Б - с АТС) говорят об окончании переговора, после чего резервирование ресурсов правил RSVP отменяется.

Повсоместная работа технологий MPLS и RSVP пока не решаеть проблемы приближенную для IP-сетей негарантированного режима поставки разговора, применение которого будет плохо влиять на абонентов телефонной связи, которые привыкли к норме потерь по вызовам порядка 3-5 процентов и к малым задержкам в получении сигнала "ответ станции".

IP VPN (виртуальные частные сети)

Создание виртуальных частных систем связи на базе технологии MPLS (Мульти Переключение Ярлыка Протокола) - благосклонность, которая будет позволять связать между собой структурные подразделения организации или сеть компанейских партнеров в городе, в поселениях в области, на всей территории RK и за границей.

Возможности технологии MPLS позволяются сетями IP VPN, который гибкий и многофункциональный. Без значительных расходов (в сравнении с арендным договором и, тем более, прокладка ductings) любая топология будет реализована в виртуальной частной сети – от «звезды» к «каждому с каждым». Любые системы, поддерживая ip-protocol, function в сети – что подавляющее большинство существующих приложений. Поэтому в IP VPN, в отличие от общественных сетей, параметры качества связи есть IP VPN логически отделена от публичных сетей, то есть трафик клиента полностью защищен от несанкционированного доступа извне.

В корпоративной сети на основании IP VPN computer-integrated передача этих различных видов возможна с разделением на классе обслуживания. Пользователь может независимо установить и регулировать приоритет движения того или иного приложения бизнеса.

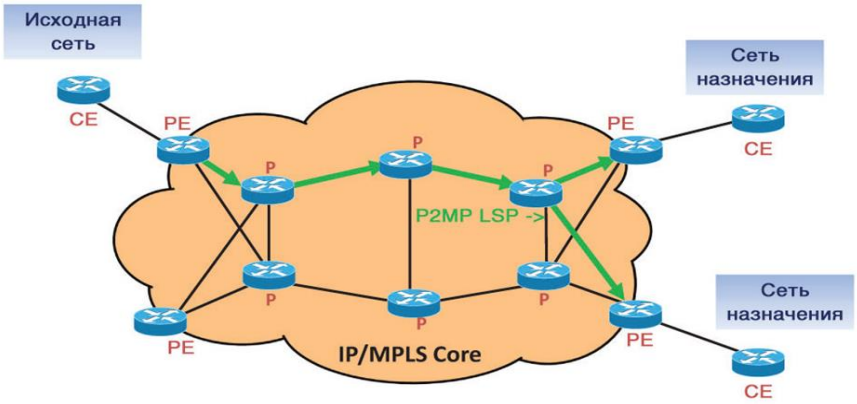


Рисунок1.5 – Управление движением MPLS

Где:

CE	Оборудование Клиента
IP	Интернет протокол
L2VPN	Корпоративная сеть на протокола 2 уровня OSI
MPLS	Мультипротокольная коммутация по меткам
PE	Погра.5ничный маршрутизатор Оператора
RD	Идентификатор VRF
RT	Идентификатор принадлежности к данной VRF
VLAN	Виртуальная локальная сеть на основе стандарта IEEE802.1q
VPN	Виртуальные частные сети
VRF	Виртуальная таблица маршрутизации

Есть возможность организации в виртуальной частной сети высококачественной ip-telephony и videokonferencsvyazi, это значительно сократит стоимость телефонных звонков в рамках корпоративной сети и увеличит operationability принятия решения [3]

Благосклонность IP VPN объединяет узлы Клиента в виртуальной отобранной сети. Сеть АО «Kazakhtelekom» обеспечивает направление ip-traffic между узлами Клиента. Адресное пространство виртуальной сети, данного Клиента, полностью независимо и это может быть избранный Клиент произвольно. С точки зрения Client, propulsion, МОДУЛЯ «Kazakhtelekom» дает ему виртуальный маршрутизатор, который соединяет все узлы Клиента непосредственно.

В течение организации этого протоколы благосклонности как статика, так и dynamic (BGP), выполнение разводки, может быть гашеной. В использовании протоколов динамичного Клиента выполнения разводки заставляет возможность изменить собственную сеть, проводят реорганизацию адресного пространства, создают новые сегменты, и т.п., не авизирующий АО «Kazakhtelekom».

Все местоположения Клиента объединяются в одной корпоративной сети, это позволяет организовывать «плоскую» архитектуру сети с организацией связи «каждый с каждым».

На городском уровне в это прибывают благодаря организации L2vpn, Т.е. все местоположения Клиента объединяются в одном VLAN. Выбор числа VLAN осуществляется в соответствии с «Рекомендациями на распределении VLAN.

Если для конструкции корпоративных network шлюзов гашеные, на надлежащих Повторных маршрутизаторах после того, как Клиент VRF и РЕЗЕРФОРД закреплен (РЕАЛЬНЫЙ МАСШТАБ ВРЕМЕНИ). РЕЗЕРФОРД идентифицирует VRF и, соответственно, конкретный VPN. Присвоение РЕЗЕРФОРДА производило в соответствии с «Рекомендациями на распределении номеров РЕЗЕРФОРДА». Ибо весь VRF реальный МАСШТАБ времени генерала влияет на экспорт и импорт. На надлежащем этот VRF (VPN) порт Повторного маршрутизатора на надлежащее Ограничение client движения.[3]

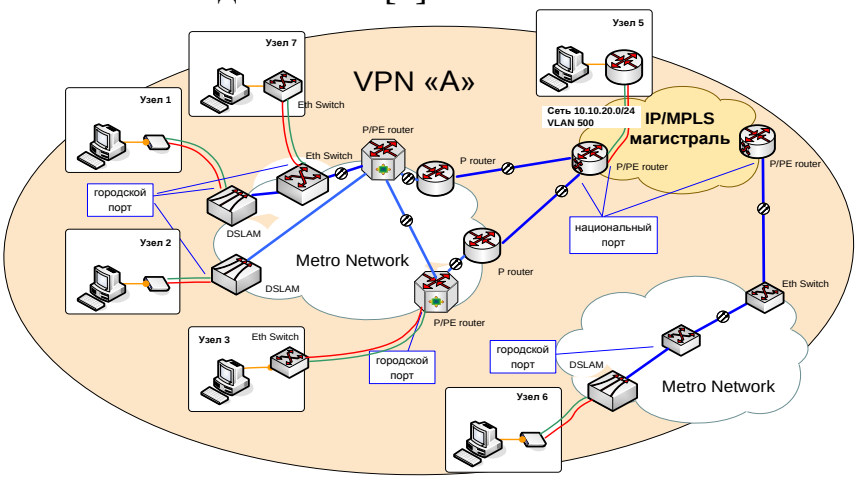


Рисунок 1.6- Обобщенная схема предоставления услуг

Параметры качества обслуживания

Опорная сеть IP/MPLS поддерживает три магистральных класса трафика:

- Real time (RT) – трафик, критичный к задержкам и их вариации (голос);
- Business critical (BC) – трафик, критичный к полосе пропускания (видео, SQL и др.);
- Best effort (BE) – прочий трафик, например трафик Интернет

Маркировка («раскрашивание») трафика в зависимости от его типа - RT, BC или BE - осуществляется на оборудовании Клиента.

Приписывание движения к тому или иному типу полностью входит в юрисдикцию Клиента. Распространяя бара key-in client интерфейса на барах, к занятому каждый из трех поддерживаемые виды движения, назван видом

порта/шлюза. На сети Ip/mpls следующие виды portov/shlyuza поддерживаются.

1.2 Коммутационное оборудование

Коммутаторы – одна из основных частей больше всего современных сетей. Используя mikrosegmentaciyu, они предоставляют возможности одновременно послать на network информации к многочисленности пользователей. Mikrosegmentaciya позволяет создавать частные или отобранные сегменты – на одной рабочей станции на сегменте (к порту коммутатора не сегмент соединен, но только рабочая станция). Каждая рабочая станция, здесь, добирается доступ сразу до всего бара key-in, и этому не придется конкурировать с другими станциями.

Т.к. коммутатор функционирует на 2-м уровне, ему нет необходимости анализировать информацию верхних уровней модели OSI. Замена 2-го уровня. Коммутаторы работают на уровне канала модели OSI. Они анализируют поступающие удары, принимают решение об их дальнейшей передаче на основании MAS - адреса, и передают ударам пункты урегулирования. Основное преимущество коммутаторов - прозрачность для верхнего уровня протоколов. Так как коммутатор функционирует на 2-mcode уровне, нет потребности проанализировать информацию верхних уровней модели OSI его.

Замена 2-го уровня - аппаратная передача выстрела. Она обладает высокой производительностью, так как пакет информации не переносит изменения. Передача выстрела в коммутаторе может осуществляться специализирующийся контроллер, срочные специфические для Приложения Интегральные Схемы (ASIC). Эта технология, развиваемая для коммутаторов, позволяет поддерживать gigabitnye скорости с маленькой задержкой. Существуйте 2 основных причины использования коммутаторов 2-го уровня - сегментация сети и ассоциация workinggroups. Высокая производительность коммутаторов позволяет разработчиков сетей значительно, чтобы уменьшить количество узлов в физическом сегменте. Деление большой сети логическими сегментами продвигает производительность сети (благодаря уменьшению объема передаваемой информации. Несмотря на преимущества замены 2-го уровня, это имеет некоторые ограничения тем не менее. Присутствие коммутаторов в сети не препятствует распространению ударов (broadcast) радиовещаний на всех сегментах сети, сохраняя его прозрачность.

Поэтому, очевидно, что, ибо увеличение функциональности производительности сети 3-го уровня образцового OSI нужно. Замена 3-го уровня. Замена 3-го уровня - аппаратное направление, где передача пакетов обработана контроллеры ASIC.

В отличие от коммутаторов 2-го уровня, коммутаторы 3-го горизонтального accept решения на основании информации сетевого уровня, но не на основании MAS - адреса. Основная цель замены 3-го уровня , чтобы

получить скорость замены 2-го уровня и scaleableness направления. Коммутатор 3-го уровня выполняет лечение пакетов таким же образом, также как и маршрутизатор:

- на основе информации 3-го уровня (сетевых адресов) определяет путь к месту назначения пакета;
- проверяет целостность заголовка 3-го уровня, вычисляя контрольную сумму;
- проверяет время жизни пакета;
- обрабатывает и отвечает на любую дополнительную информацию;
- обновляет статистику в Информационной базе управления (Management Information Base - MIB);
- обеспечивает управление безопасностью (если необходимо);
-обеспечивает необходимое качество сервиса (QoS) для мультимедийных приложений чувствительных к задержкам передачи.

Основная разница между маршрутизаторами и коммутаторами 3-го горизонтального consists в этой замене 3-й горизонтальной аппаратной реализации подложена. В маршрутизаторах общей замены установки пакетов обычно выполняемое программное появление. Как коммутаторы 3-го уровня обычно быстрый и более дешевый, чем маршрутизаторы, их использование в местных сетях очень привлекательно.

1.2.1 Технологическая реализация коммутаторов

Коммутаторы LVS отличают большое разнообразие возможностей и, поэтому, цены. Одна из причин таких больших различий в том, что они предназначаются для решения различных классов задач. Коммутаторы высокого класса должны обеспечить высокую производительность и близость портов, а также, чтобы поддерживать широкий спектр функций управления. Такие устройства часто за исключением традиционной замены на уровне макинтоша выполняют функции направления. Простые и дешевые коммутаторы имеют обычно много портов.[5]

Одно из основных различий in-use в архитектуре коммутатора. Так как самые современные коммутаторы работают на основании патентованных контроллеров ASIC, устройство этих микросхем и их интеграции с другими модулями коммутатора (в том числе буферы вводного вывода) играет главную роль. Коммутаторы, реализовывая также функции сетевого уровня (направление), оборудованы, как правило, RISC- процессорами для выполнения resursoemkikh программ направления.

Контроллеры ASIC для коммутаторы LVS, деленный на 2 класса, - большой ASIC, способный обслуживать многочисленность kommutiruemykh портов (один контроллер на устройстве) и маленькие контроллеры ASIC, несколько обслуживающих портов и замены, объединились в matrices.

Вопросы down-scaling и стратегия разработчиков коммутаторов в области организация шоссе I/ili workinggroups определяет выбор ASIC и, поэтому, скорость продвижения коммутаторов на рынок.

Существует 3 варианта архитектуры соединения:

- на основе коммутационной матрицы (cross-bar);
- с разделяемой мультивходовой памятью (shared memory);
- на основе общей высокоскоростной шины.

Коммутаторы на основании коммутационные матрицы. Коммутационная матрица (перекладина) является основным и самый быстрый метод сотрудничества процессоров портов, точно он был реализован в первом индустриальном коммутаторе местных сетей. Однако, реализация матрицы возможна только для определенного числа портов, поэтому осложнение диаграммы возрастает пропорционально к квадрату количества портов коммутатора. В любой момент такой коммутатор может обеспечить организацию только одной связи (пара). Несмотря на маленькую стоимость и high-rate от продвижения на рынок, коммутаторы класса перекладины слишком примитивны для эффективного перевода между low-speed интерфейсами Ethernet или Эстафетное Кольцо и быстроходные порты ATM и FDDI

Коммутаторы с разделенной памятью. Коммутаторы с разделенной памятью имеют общий входной буфер для всех портов. Намотка на катушку информации перед их delivery результатами в происхождении задержки. Однако, коммутаторы с разделенной памятью, как rotined на картине 2 не требует у организации внутреннего шоссе спеца коммуникации данных между портами, это обеспечивает близко его низший прайс по сравнению с коммутаторами на базе высокоскоростной внутренней шины. Коммутаторы с unibus. Коммутаторы с unibus (объединительная плата) используют для связи процессоров портов высокоскоростная шина, in-use в режиме разделения времени. С тех пор, как информация будет преобразована в приемлемом для передачи на формате одежды, они размещаются на одежде и кроме того прошел в порту назначения. Для того, чтобы одежда не была узкий mestome коммутатора, его производительность должна быть, как минимум, в N/2 хронометрирует выше, чем скорость квитанции портов, данных во входных блоках процессоров. За исключением этого, выстрел должен передаваться одежду незначительными частями, на нескольких байт, что передача ударов между несколькими портами имела место в pseudoparallel методе, не внесши задержки в передаче выстрела в целом. Такая ячейка информации определила размер производителя.

1.3Особенности трафика в современных условиях в технологии NGSDH

Доля движения пакета постоянно увеличена и постепенно вытесняет tdm-traffic. Сейчас доля движения информации, и в особенности движение IP, растет показательно и во время превышает вокальное движение. Существует статистика: услуги доступа к информации с использованием инфокоммуникационных технологий (Интернет) за 9 месяцев 2009 года породили трафик 1 707 350 841 765 Мбайт. Это в 3.5 раза больше аналогичного показателя в 2008 году. Количество интернет - пользователей в

России достигло 50 млн. человек (свыше трети населения), в 2007 году это было 35 млн. человек. По прогнозам, через 30 лет это будет 95% населения.

Классический SDH развивался для передачи движения с постоянной разрядной скоростью и плохо приспособил для передачи движения пакета, Однако, высокие индексы качества и возможности samovosstanovleniya сети очень привлекательны для использования SDH как транспорт для информативных сетей. Однако в попытке непосредственно к pack удары LVS в контейнерах инженеров SDH нарвался на определенные трудности, и main, вместимость контейнеров была заполнена неэффективный. За исключением этого, для сетей SDH, backuping, характерен, этот большой излишек. Половина вместимости ductings берется на backuping, поэтому, эффективность передачи начинает несколько десять из процентов. Сети SDH построены и сделаны отладку, большие ресурсы инкрустированы в создании и эксплуатации, и, чтобы отказаться от дальнейшего использования -, чтобы передавать сеть с заменой пакетов - это невозможно во многих случаях. Кроме, технология выхлопная через многие годы, есть специалисты, есть оборудование. Другой бизнес - введение новых технологий. Например, Ethernet над SDH. Электрооптическая СИСТЕМА может существенно расширить спектр услуг операторов связи, тем более, что во многих случаях это - недорогое достаточно предприятия (так как SDH служит, как только транспорт, модернизация нужна только на TPS маршрута). Как видимый, теперь SDH должен обеспечить передачу пакета, traffic (в особенности IP движения) наиболее фактически, как с точки зрения использования ресурса, так и с точки зрения инвестиций капитала операторов связи на модернизации оборудования. Нет технологией замены SDH, но является модернизацией. Что касается эффективности использования существующих ресурсов - здесь возможно выбрать две основных проблемы. Первая проблема - проблема передачи быстроходного движения. Иерархия скоростей SDH происходит от скоростей сетей PDH, которые были рассчитаны на передачу целого числа ductings OCK (64 kbit/s).

Абсолютно другая иерархия скоростей была свернута в сетях замены пакета. Для их самый широко распространенный протокол местных сетей обслуживал основу - Ethernet, объединяясь под генералом называют ряд скоростей, многоразовый 10 (в начале 80-го был стандартизирован workinggroup IEEE 802.3 .Протокол Ethernet в настоящее время является основным протоколом локальных сетей, уже давно вытеснив всех своих конкурентов.

Технология SDH- развивается изначально для ассоциации и синхронной передачи в volokonno-opticheskim линиях pdh-streams, давно получил широкое распространение во всем мире. Такие достоинства, как большая подъемная сила шоссе, гибкость, возможность dinamically, чтобы вырастить вместимость сети без ломки traffic, очень высокой, степени надежности, кондиционировала различные механизмы backuping, возможность направления (дополнения), находится в любом пункте.

Основное осложнение в коммуникации данных через сети SDH заключилось в этой информации пакета должен быть упакован в виртуальных контейнерах, предназначался для передачи tdm-traffic. Оптимальным выходом из сложившейся ситуации явилось создание концепции сетей SDH нового поколения, получившего название NGN SDH.

Преимущества технологии NG-SDH:

-Одновременная передача TDM и Ethernet трафика.

-Скорость до 10 Гбит/с

-При совместном применении технологии SDH и спектрального уплотнения DWDM увеличение пропускной способность трактов до 40 Гбит/с (теоретический предел скорости составляет несколько терабит в секунду (Тбит/с)).

-Поддержка интерфейсов Fast Ethernet (FE) 10/100BaseT и GE 1000BaseX с автоматической регулировкой полосы пропускания линии (LCAS) и функцией виртуального сцепления контейнеров (VCAT).

-Функция встроенного коммутатора второго уровня (switch layer 2) с поддержкой технологии виртуальных ЛВС (VLAN).

-Поддержка QoS, RSTP.

-Поддержка различных алгоритмов защиты передаваемого трафика таких как: SNCP, MSP, MS-SPRing; позволяют организовать резервирование трактов STM-1/4/16/64 целиком или на уровне виртуальных контейнеров внутри данных трактов.

-Время защитного переключения с рабочего направления на резервное не более 50 мс.

Создано на основании синхронных мультиплексоров уровней Stm-1/4/16/64, многофункциональные транспортные платформы успешно решают задачу ассоциации движения с TDM (TDM) и движением Ethernet с заменой пакетов в сложных потоках со скоростью от 155 Mbit/s к 10 Gbps, но и это не далекий предел. Приложение технологии SDH и разделение wave длины, мультиплексирование WDM, позволяет увеличивать подъемную силу шоссе к 40 Gbps в теоретическом пределе скорости. Сохраняя все верхне-заявленные достоинства технологии SDH, NGN SDH дает широкие возможности для конструкции интеллектуала, самовосстановимые сети с высококачественным новым набором услуг.[5]

Рассмотрим подробнее новые возможности NGN на базе SDH. Мы будем рассматривать более детальные новые возможности NGN на базовом SDH. Для информации пакета и организации DTN (LDS) перенесите различные физические интерфейсы Ethernet может быть гашеным. Standartized технология GFP (Родовая Процедура Рамки) позволяет фактически передавать ethernet-traffic через сети SDH, выбойный его в стандартных контейнерах уровня Vc-12 и Vc-3 (Ris.2).При этом ширина полосы пропускания для каждого канала Ethernet может быть динамически настроена. Данная особенность дает возможность предоставления услуги «полоса пропускания по запросу».

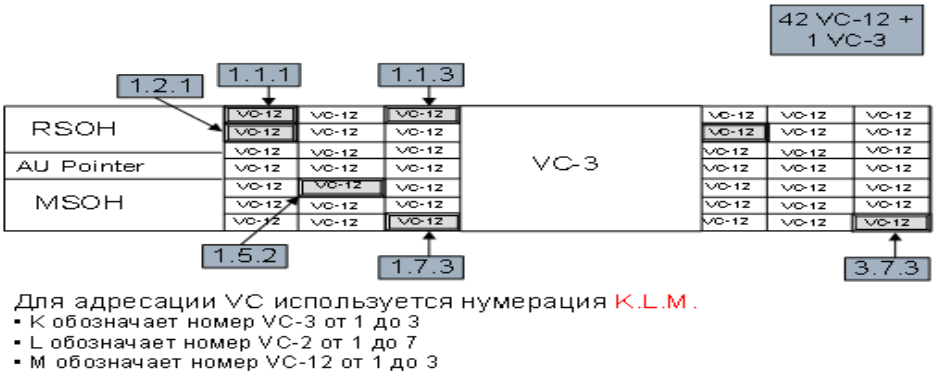


Рисунок 1.7- Стандартизованная технология GFP (Generic Frame Procedure)

Структурирование виртуального контейнера VC-4 (42 VC-12 + VC-3)

Для оптимизации услуг коммуникации данных механизм самонастройки бара key-in линии (LCAS) и функции виртуальной легкой походки контейнеров гашеный (VCAT). В течение организации насквозь ductings Ethernet в круглой topologiyakh информации может передаваться между узлами сети на различных независимых маршрутах.

Эта задача особенно фактическая в больших сетях, когда в сложном потоке не всегда есть достаточное количество бесплатных виртуальных контейнеров. В случае исчезновения потока по одному из направлений система повторно настроит бар key-in без потери движения автоматически. Функция встроенного коммутатора второй уровень с поддержкой технология виртуального LVS (VLAN) позволяет избегать расходов на дополнительном оборудовании (povtoriteli, мосты, коммутаторы) в ассоциация отдельном LVS в единственном структурированном DTN. Поэтому узлы сети могут расстаться логически через дополнение марок виртуальная сеть или физически на основании идентификаторов определенных портов

Различные виды прикладного полиса безопасности позволяют значительно продвигать эффективность, надежность и защищено из сети. Сортируя и фильтрация пакетов может осуществляться на основании приоритетов, определил класс (КОМПАНИИ) или качество благосклонности (QOS). Ибо предотвращение сильных ветров радиовещаний и zaciklivaniya движения Ethernet быстроходного протокола RSTP гашеное в круглом topologiyakh (Быстрый Охватывающий Протокол Tree). Возможность strukturirovaniya большого многоциркуляра. Присутствие находится в SDH различных алгоритмов защиты передаваемого движения, как например SNCP, MSP, Ms-spring, позволяет организовывать backuping шоссе Stm-1/4/16/64 целиком или отдельные маршруты в этих шоссе. Поэтому, backuping может быть организован в любом network topologiyakh — звонком, linear, cellular, смешанный, это позволяет максимально увеличивать надежность сети. В соответствии с требованиями стандарта SDH времени

защитного переключения от работы, пересылая, для резервирования, не должен превышать 50 msa, совокупность этих факторов позволяет минимизировать потери движения в случае повреждения линий связи и существенно увеличивают время безошибочной работы сети.[6]

NGSDH с трактами низкого порядка:

1.Современное состояние телекоммуникаций
2.Особенности трафика в современных условиях
3.Адаптация пакетного трафика
4.Протокол VCAT - виртуальная конкатенация
5.Процедура LCAS
6.Технология RPR
7.Архитектурное представление фрагмента сети с трактами VC-12
8.Контроль качества передачи в сетевых слоях
9.Взаимодействие сигналов контроля
10.Имитационное моделирование процедуры контроля качества передачи в трактах VC-12

Архитектурное представление фрагмента сети с трактами VC-12

Рассмотрим, как строится архитектура классической SDH и перейдем к архитектуре с виртуальной конкатенацией.

Архитектура транспортных сетей имеет трехслойную структуру, состоя из слоя канала, слоя шоссе и слоя секций. Архитектурное представление транспортных сетей позволяет исследовать и анализировать процессы передачи сигналов, методов образования из шоссе, работы мультиплексоров и других network проблем, в целом и на отдельных процедурах и в данном случае все процессы, что идти в функционировании сетей, появляются как элементарные или составляющие функции.

Функции связи обеспечивают возможность направления и защита.К завершениям функций принадлежат созданию и читая заголовков шоссе и секций. К функциям адаптации может быть взят любая из функций, например: приглаживая вне расчетных времени дрожаний изображения, mul"tipleksirovanie/, демультиплексирование, обновление цикловой синхронизации и так далее Ассоциации сетевых уровней, состоя из отношений, client/server, позволяют оценивать функционирование каждого слоя сети индивидуального пользования. Архитектура сети синхронной цифровой иерархии содержит сети слоев шоссе виртуальных контейнеров низких и высоких заказов, а также сетей слоев секций (мультиплексно, перезапись и физическое окружение передачи). Это было выше описано, так как архитектура SDH, позволяя очевидно рассматривать процессы мультиплексирования в сети, построена. Архитектура с применением виртуальной конкатенации также будет иметь трехслойную структуру. Контроль качества передачи в сетевых слоях рассматривается по разному.

Обычно, при передаче цифровых сигналов неминуемо возникают ошибки, например такие, как сбои символов. В системе SDH используются процедуры внутреннего контроля, которые применяются в каждом слое сети.

Процедура контроля параметров ошибки, который получил название метода контроля четности BIP-n (Bit Interleaved Parity-n), используется в мультиплексных и регенерационных секциях, и в трактах виртуальных контейнеров. Вот теперь, подсчет числа ошибок позволяет контролировать качество передачи на той или иной секции или тракте. Метод обнаружения ошибок заключается в том, что на передающей стороне по определенному правилу производится анализ некоторых параметров информационного блока N. В итого анализа формируется кодовое слово, которое переносится в заголовке. На принимающей стороне этот же блок вновь анализируется по тому же правилу и для него вновь формируется кодовое слово, которое сравнивается с принятым.

Каждое отличие кодовых слов говорит о наличии ошибок в полученном блоке. Статистика появления различий переданных и принятых кодовых слов позволяет судить о качестве передачи по данной секции или тракту. Использование кода BIP-N заключается в следующем.

Следующий передаваемый блок информации разделяется на подблоки, каждый из которых содержит n символов . Все первые биты подблоков суммируются по модулю два (расчет четности). Результат помещается в первый бит кодового слова BIP-N. Все обрабатываются биты подблоков, результат обработки помещается во второй бит кодового слова и так далее, вплоть до n-го бита. Принимающее кодовое слово вставляется в соответствующий заголовок.[5]

Это было rotined в предыдущей главе, каждый виртуальный контейнер Vc-4 проходит маршрут, поэтому качество передачи оценивается на каждом контейнере индивидуально, через процедуру Bip-8. Область B3 для этой цели гашеная в составе шоссе, возглавляющее высокого заказа (HP-POH) . Байт B3 предназначается для обнаружения ошибок по пути передачи каждого Vc-4. Одно кодовое слово Bip-8 (1bayt) подсчитывается на всех летучих мышах виртуального контейнера за исключением летучих мышей указателя и Для начала два летучая мышь области V5 POH предназначалась для обнаружения ошибок в Vc-12. Одно кодовое слово Bip-2 (2 летучих мыши) подсчитывается на всех летучих мышах виртуального контейнера для sverkhcikl продолжительностью 500 знаков и вставил в надлежащие битовые позиции байта V5 POH последующего VC.V процедура конца Bip-2 будет моделироваться для контроля шоссе Vc-12. Кусок 4 подачи для уведомления отдаленного конца об удаленной ветхости (RFI), если в этом сигналы пункта, отсутствующие о ветхости в направлении передачи, в направлении приема 0 устанавливается в этом куске. Летучие мыши 5-7 содержат сигнальную марку. К летучей мыши установленный 8 равняются 1 для указания в шоссе Vc-12 удаленного дефекта, иначе этот кусок установлен равняются 0. И в заключениях в местной технической прессе не существуют два идентичных мнения относительно перспективы развития систем NGSDH. Диапазон суждений является самым широким: от восторга и оценки новой технологии, как уникально перспективный в период принятия сетей к непостижимому

будущему NGN к очевидному skepsisa и оценке протокола GFP с точки зрения «фамильной травмы» SDH – ориентация на замену ductings и исправленную иерархию. Но один несомненен – NGSDH и для нас, и за границей начинал быть привитым с самого начала шаги появления. И средства, это обречено к успеху. Вариация мнений о случай NGSDH кондиционируется вероятно, что никто не ожидал такой очереди событий. Для прошлые 2–3 года всей связи мир наблюдал за поединком БАНКОМАТА и MPLS. Все понимало поэтому, что MPLS настроил бы в свою пользу, но, как часто находится в галопах, надевают фаворита и по-разному оценил термины победы. Чтобы наблюдать после «заканчивания» БАНКОМАТА захватывал интересно. Поединок технологий охватил не только вопросы гибкости, но и вопросы обеспечения уверенного качества, и здесь позиции MPLS были ой как слабый... И все остальной было в odnochas"e. Технология, которая позволяла решить все те задачи, появилась, что БАНКОМАТ или MPLS, но без родной реконструкции сетей. Такой технологией стал протокол GFP в composition NGSDH в комбинации с виртуальной конкатенацией VCAT. Появляясь «в железу» не более чем semiyear назад, Gfp/vcat стал так быстро для развития, что только в России уже там - три-пять реализованные проекты. Что такое - сущность процедуры модернизации сетей в с применением GFP? В последнем десятилетии в связи с бурным приростом корпоративных местных сетей Ethernet остро вопрос встал о создании единственного информативного поля, объединив такие местные сети. Если перед тем, как понятие глобальной сети WAN было ориентировано на ассоциацию различных пользователей коммуникации данных в единственной сети, теперь задача действительно берется в ассоциацию местных сетей, поэтому к очень высокой вместимости. Если перед тем, как пользователи были удовлетворенными сетями 10/100 Base-T, сейчас все больше сетей Гигабит Ethernet и даже 10 Geth (Ethernet со скоростью 10 Gbps). Бурное развитие технологии SKS, от одной стороны, и различные способы решения задачи информатизации в зданиях (HPNA, VDSL, Гигабит Ethernet и t. из d.) – с другим, вывел проблему ассоциации широкополосных сетей Ethernet на высококачественном новом уровне. Сети SDH, так как сегменты первоначальной сети развивались parallell, большей частью для сетей с переключением каналов (телефония, videokonferenc-connections и pr.). Здесь SDH показал все преимущества – высокая стабильность и надежность работы, полной управляемости, и main - scaleableness с enhanceable требованиями к подъемной силе. С операторами минимальных расходов «прыгнул» с Stm-1 на Stm-4/16. Системы уровня Stm-64 не требовали родной реконструкции сетей.[6]

Таким образом, обнаружился парадокс: с одной стороны, стремительно росла потребность в цифровых широкополосных системах передачи для образования транспорта WAN, с другой – системы SDH давали практически бесконечное расширение, однако с системами передачи данных не соединялись. Даже робкие попытки сделать конвергентные решения типа

«ATM поверх SDH» оказались практически бесполезными, так как все равно требовали установки большого количества коммутаторов ATM, что было эквивалентно коренной модернизации. Стремление использовать SDH на первых стадиях, приводимых к созданию двух технологий, – Hdlcosdh или НА месте продажи и КОЛЕНИ, которые, однако, лишнее время подтвердило несовместимость SDH и движение пакета. Как уже было сказано, в системах SDH, с точки зрения их использования для передачи движения пакета, есть «фамильная травма». SDH изначально создал для решения задач конструкции универсальной первоначальной сети, имел отношение к иерархии потоков PDH. Поэтому sdh-technology есть пакеты.

И самый ценный для сетей Ethernet ip-traffic, напротив, демонстрирует самоподобным и uttery нерегулярная структура. В результате использование SDH для передачи движения пакета требовало, чтобы примирить себя с KPD системами SDH очевидно «ниже того, чем локомотив», так как они появились хронически nedozagruzhennymi. Большая часть технологии SDH - контроль качества всех областей транспортной сети. Перемещение с PDH в SDH приводило к увеличению количества

1.4 Внедрение новых телекоммуникационных сервисов за счет увеличения емкостей виртуального волокна, т.е. использования систем спектрального уплотнения (DWDM)

Современные многофункциональные сети как базовый связующий протокол использование данных Ethernet, обеспечивая необходимый прирост вместимости сети оператора, в том числе новое поколение услуг для деловых и частных индивидуумов. IP - основа услуг коммуникации нового поколения. Приложение xwdm в сети оператора в первую очередь диктуется дефицит оптического волокна. Нормы прироста объемов передаваемой информации приводят к быстрому снижению поставок «бесплатного» (непонятно) волокна. При случае, в частности, в городах, много существующие кабельные ductings полностью заполнены и физическое увеличение вместимости оптического волокна практически невозможно. Быстрое введение новых telecommunication услуг возможно только благодаря увеличению вместимости виртуального волокна, Т.е. использования систем мультиплексирование разделения wave длины (CWDM или DWDM) [2].

Но за исключением этого есть другие причины использования в основе многофункциональной сети WDM. Вначале, это - потребность передачи сигнала 10 Гигабит Ethernet на больших расстояниях (poryadka 100 и более км.), потому что расстояние современного shirokopolosnykh приемопередатчики XFP ограничивается от хроматической дисперсии. Во-вторых, приложение WDM позволяет использовать функции быстрого обновления на уровне оптического, но не к Ip/ethernet сети пакета. В-третьих, произвольная топология возможности реализации многофункциональной сети появляется над существованием. Например, организация звезды топологии между Ethernet коммутаторами над WDM звонка [2].

Другая возможность, данный WDM - простота и скорость увеличения вместимости сети в будущем. Мы не забудем также, что наследственные услуги и наследственная транспортная инфраструктура (как правило, транспорт TDM на основании SDH) нигде не исчезнут в odnochas"e, и будут сосуществовать с развивающейся инфраструктурой Ethernet/ip еще длительное время. DWDM, в данном случае, basis для интеграции, унаследованные и новые транспортные инфраструктуры. Критерии оценки DWDM систем в его выборе оператор - простота, гибкость, надежность и прайс (который приобретает актуальность спеца сейчас во времена экономические трудности). В прошлом, планируя TCNS от экономической точки зрения большей частью диктовался потребность передачи голоса. С большим развитием DTNS есть модификация архитектуры сетей. Фундаментальные изменения для этого требуются в принципах планирования, управляют и сети управления. Новое поколение multiwave оптических сетей network технологий, будучи основанным на плотном wave мультиплексировании DWDM, подложены плотность.

Плотное wave мультиплексирование DWDM (плотное мультиплексирование разделения длины волны) - современная технология передачи большого числа оптического ductings на одном волокне, которое является подложенным новым поколением network технологий [3].

Для соединения и надежная, эффективная, передача любых видов движения различного сети транспорта shirokopolosnykh услуг должны обеспечить необходимую подъемную силу и scaleableness network инфраструктуры. Эти требования особенно фактические для транспортных сетей масштаба города (Сети Метро). Технология DWDM широко гашеная в городских транспортных сетях. Транспортные сети, построенные на базе этой технологии, отличают ряд достоинств:

- поддерживают различные сетевые топологии;
- имеют большую масштабируемость в сравнении с решениями на базе других технологий (например, SDH);
- поддерживают различные типы клиентских интерфейсов и сервисов;
- допускают применение различных схем резервирования;
- эффективно используют пропускную способность системы за счет агрегации низкоскоростных клиентских сигналов в рамках одного спектрального канала;
- поддерживают функциональность ROADM (Reconfigurable Optical Add/Drop Multiplexer) [3].

1.4.1 Тенденции развития современной технологии DWDM

Network операторы, используя современные shirokopolosnye транспортные технологии цифровой коммуникации данных, в борьбе за доминирующую позицию на рынке telecommunication услуг делают норму на технологии оптического мультиплексирования с разделением на длине волны (WDM), Предположим, увеличения общей передачи В. увеличением числа

ductings (или отношения), пропагандируя обширный путь развития по прежнему [5].

Нет многих ограничений и технологических трудностей в технологии WDM, особенный TDM. Для увеличения подъемной силы в технологии WDM увеличьте число ductings (длины waves), примененный в системах передачи.Рост пропускной способности при использовании технологии WDM осуществляется без дорогостоящей замены оптического кабеля. Применение технологии WDM позволяет сдавать в аренду не только оптические кабели или волокна, но и отдельные длины волн, то есть реализовать концепцию «виртуального волокна». По одному волокну на разных длинах волн можно одновременно передавать самые разные приложения. Как следствие этого, часть волокон в оптическом кабеле можно использовать для резерва [6].

Применение технологии WDM позволяет исключить дополнительную прокладку оптических кабелей в существующей сети. Даже если в будущем стоимость волокна уменьшится за счет использования новых технологий, волоконно-оптическая инфраструктура (проложенное волокно и установленное оборудование) всегда будет стоить достаточно дорого. Для ее эффективного использования, необходимо иметь возможность в течение долгого времени увеличивать пропускную способность сети и менять набор предоставляемых услуг без замены оптического кабеля. Технология WDM предоставляет именно такую возможность.

Технология WDM пока применяется в основном на линиях связи большой протяженности, где требуется большая полоса пропускания. Сети городского и регионального масштаба и системы кабельного телевидения потенциально также являются широким рынком для технологии WDM. Необходимость эффективно использовать проложенный кабель привела к значительному увеличению числа каналов, передаваемых по одному волокну, и уменьшению расстояния между ними [6].

В технологии WDM каналы полностью независимы, а потому она дает большую гибкость, чем технология TDM. Технология WDM позволяет без каких-либо трудностей передавать по линии связи множество каналов, тип трафика и скорость передачи данных, в каждом из которых может существенно различаться.

1.4.2Модель взаимодействия транспортных технологий

Многоуровневая модель взаимодействия технологий транспортировки сигнала в глобальных цифровых сетях - SDH, ATM и IP - до появления WDM-систем.

После появления WDM-систем модель приобрела другой вид. Промежуточный уровень WDM, подобно SDH, обеспечивает физический интерфейс, позволяющий через физический уровень выйти на оптическую среду передачи не только технологиям SDH, но и технологиям ATM и IP [7].

Естественно, ATM- и IP-трафик может быть передан и с использованием технологий SDH, а SDH -трафик - с помощью WDM, что сохраняет преемственность традиционных схем транспортировки и увеличивает гибкость систем WDM-SDH в целом. Технология WDM обеспечивает технологиям ATM, Ethernet и IP физический интерфейс для выхода на физический уровень и далее в оптическую среду передачи.

DWDM - это физический уровень сети, который работает независимо от типа передаваемой информации или от ее формата. Подобная гибкость в сочетании с огромной пропускной способностью делает DWDM идеальной технологией для опорной инфраструктуры сетей следующего поколения, каковыми являются сети NGN.

Чтобы DWDM могла обеспечить потребности будущих сетей связи, все стороны, заинтересованные в их развитии, должны рассматривать проблему в более широком аспекте, включая взаимодействие с системами мобильной связи третьего поколения [8].

Как только системы мобильной связи третьего поколения вошли в строй и стали широко доступны пользователям, операторам потребовалась высокая пропускная способности цифровых трактов и широкой полосы каналов. В этих условиях DWDM, SDH и различные технологии обеспечат новым системам эффективное решение их транспортных проблем.

По мере увеличения сложности системы связи вероятность отказа какого-либо из ее компонентов увеличивается. Современные системы связи используют большое количество элементов, что делает необходимым использование резервирования и обходных маршрутов для повышения коэффициента готовности системы связи в целом. Рассмотрим основные способы увеличения показателя готовности сети.

Тип резервирования по схеме 1+1 обычно широко используется в кольцевых архитектурах. В основной конфигурации кольцевой архитектуры трафик от источника одновременно передается по обоим направления и решение о переключении между основной и резервной линиями принимается в месте назначения. В этой ситуации только потеря сигнала (LOS) требуется для инициализации перехода на резерв, и не требуется никакой информации управления или команд, чтобы перейти между двумя этими состояниями.

Это позволяет минимизировать отказы общего типа. В силу простоты подхода, он обеспечивает наиболее быстрое восстановление системы с минимальными требованиями на осуществление сложного мониторинга и специального оборудования. Однако, это дорого и менее эффективно, с точки зрения использования оборудования, чем использование резервирования типа N+1. Это неэффективно, потому что резервное оборудование остается неиспользуемым практически все время, не принося прибыли.

Более эффективное использование резервного оборудования можно получить при использовании метода защиты линии передачи по схеме N+1. Защита N+1 делает использование оборудования более эффективным экономически, но требует более сложного управления и не может

предложить того же уровня доступности, как при использовании схемы защиты 1+1. Также трудно провести деление маршрутов на рабочие и резервные.

Следующим вариантом повышения отказоустойчивости сети является резервирование терминального оборудования по схемам 1:1, или N:1, или N:m. В этом случае восстановление работоспособности осуществляется за счет резервирования на уровне трибных интерфейсов. Схема резервирования, обозначаемая в общем случае как N:m, использует m резервных на N работающих интерфейсных карт, что допускает различную степень резервирования: от 1:1 (100%) до N:m, где m=1 минимально, когда на N основных трибных интерфейсных карт используется одна резервная.

Основными структурами транспортных сетей являются: линейная (односвязная), кольцевая (двусвязная) и ячеистая (многосвязная). Учитывая двусвязность кольцевых топологий, в них допускается значительно меньший показатель надежности отдельных элементов сети по сравнению с линейной структурой, что привело к широкому распространению на транспортных городских сетях структур самовосстанавливающихся колец. Однако, многосвязные (ячеистые) сети гораздо более живучи.

Как показывает практика развития сетей SDH в европейских странах наиболее оптимальной с точки зрения оптимизации затрат на сеть в целом и наиболее надежной и гибкой является ячеистая архитектура. Расширяя сеть по мере накопления новых узлов и прокладке параллельных линий, даже сеть, состоящая из одного SDH кольца, впоследствии оказывается, что на базе данного сегмента была построена некоторая ячейка. Аналогичный процесс повторяется и на других сегментах, образуя в результате классическую ячеистую сеть с различными потоками в разных ее сегментах, диктуемыми потребителями трафика. Аналогично можно построить ячеистую сеть на основе сети из нескольких колец SDH, соединив некоторые узлы колец звеньями для придания сети большей гибкости и надежности.

На начальном этапе модернизации сети связи наиболее рациональным и экономически выгодным является комбинированное использование существующего оборудования SDH и внедряемого WDM. Таким образом, системы WDM будут использоваться для передачи больших потоков данных (например, передача internet-трафика). Системы SDH будут использоваться для передачи и выделения низкоскоростного трафика. Построение такой комбинированной системы даст такие дополнительные возможности:

Более эффективное использование емкости сети, за счет оптимального распределения низкоскоростных и высокоскоростных потоков данных.

Повысит надежность сети, за счет различных схем резервирования на WDM и SDH уровнях.

Увеличит скорость магистральных соединений и позволить расширить существующую сеть.

В дальнейшем при переводе сети полностью на системы WDM будет получен ряд преимуществ, таких как:

Возможность оставить существующие схемы обеспечения надежности.

Высвобождение занятых оптических волокон, за счет оптимального использования других волокон.

Отсутствие необходимости прокладки нового оптического кабеля.

Возможность оперативной масштабируемости сети и простота дальнейшего наращивания пропускной способности.

Обеспечение независимости передачи данных любого типа по одному волокну на разных длинах волн.

В системах DWDM, осуществляющих перенос трафика SDH, существуют как специфические методы защиты трафика, например, переключение на резервную длину волны в случае отказа исходной несущей, так и традиционные в принципе, но не всегда возможные в рамках традиционной системы SDH, например, динамическая маршрутизация - перенаправление оптических несущих по новому маршруту при обрыве кабеля или деградации сигнала на предыдущем маршруте.[6]

Так как сети на основе мультиплексирования по длине волны повышенной плотности (Dense Wave Division Multiplexing, или DWDM) имеют высокий потенциал масштабирования благодаря суперканалам емкостью 100 Гбит/с, 500 Гбит/с и даже 1 Тбит/с, цифровая коммутация, необходимая для управления пропускной способностью сети, становится важным элементом построения эффективных транспортных сетей. Целью данной статьи является изучение четырех различных подходов к внедрению OTN-коммутации в различных архитектурах, а также представление системы оценки EQ, обеспечивающей инструменты и методологию для измерения уровня эффективности и общей стоимости владения сети. Результаты данного сравнения подчеркивают важность проведения оценки всей сетевой топологии, а также тенденций роста пропускной способности в разрезе нескольких лет в сравнении с проведением анализа, основанного на оценке каждого маршрута и стоимости соответственного оборудования на начальном этапе внедрения. Это даст возможность действительно понять принципы формирования капитальных и эксплуатационных издержек владельцев сети в зависимости от выбора архитектуры

Сегодня отрасль переживает переломный момент: традиционные методы ведения бизнеса, то есть простое увеличение скорости передачи данных в оптических сетях с целью снижения стоимости за бит, недостаточны для поддержания данных соотношений. Операторам нужно масштабировать свои сети, но также им необходимо исследовать возможности новых архитектур, более эффективно использующих оптическую мощность, сокращающих количество уровней сети и автоматизирующих сложные процессы. Так как технология DWDM обеспечивает уровень пропускной способности до 100 Гбит/с и выше, ей понадобится «перезагрузка» оптики, и выбор той или иной архитектуры будет иметь непосредственный эффект на сетевые издержки в течение нескольких последующих лет.

В рамках оценки архитектуры и сетевого оборудования соответственные текущие, а иногда и скрытые капитальные расходы (CAPEX) и эксплуатационные издержки (OPEX)должны быть исследованы. для четырех различных типов архитектуры:

1) Сеть WDM исключительно на основе мукспондеров

2) Сеть WDM с внешней системой OTN-коммутации

3) Сеть WDM с интегрированным OTN-коммутатором на одном шасси

4)Сеть WDM с интегрированным OTN-коммутатором на основе оптических интегральных схем (PIC).

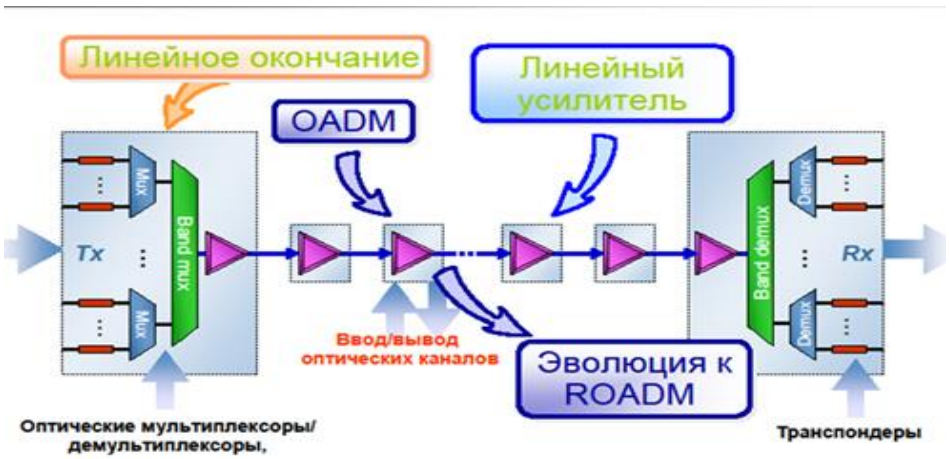


Рисунок1.8- Основные элементы системы WDM

Типичная сеть- опорная сеть дальней связи может выглядеть так:

- IP-маршрутизаторы
- Уровень коммутации
- Уровень DWDM

С самого начала мультиплексирование по длине волны повышенной плотности (DWDM) является последним уровнем (степенью) конвергенции, так как фотоны могут переносить любой тип трафика, будь это IP, TDM, SAN или другие протоколы, и в конечном итоге магистральные сети работают за счет оптических сигналов. Необходимо, чтобы на этом уровне продолжалось масштабирование емкости каждого волокна, так как лизинг или внедрение новых оптоволоконных линий очень дороги.[3]

Мы уже убедились, что транспортные сети способны масштабироваться до 100 Гбит/с на канал и до 500 Гбит/с на суперканал, а суперканалы 1 Тбит/с будут доступны в течение нескольких лет. Эта тенденция означает, что емкость оптических сетей демонстрирует потенциал значительного роста, как относительно повышения пропускной способности за один операционный цикл, так и масштабирования емкости оптоволокна от 8 Тбит/с до 24 Тбит/с в будущем.

Рисунок. 1.9- Типичная операторская сеть состоит из отдельных уровней

Основная проблема состоит в том, что современные операторские DWDM-сети, состоящие главным образом из мукспондеров или транспондеров и конфигурируемых оптических мультиплексоров ввода-вывода (ROADM), не способны к быстрому масштабированию, чтобы справиться с распространенной проблемой несогласованности каналов.

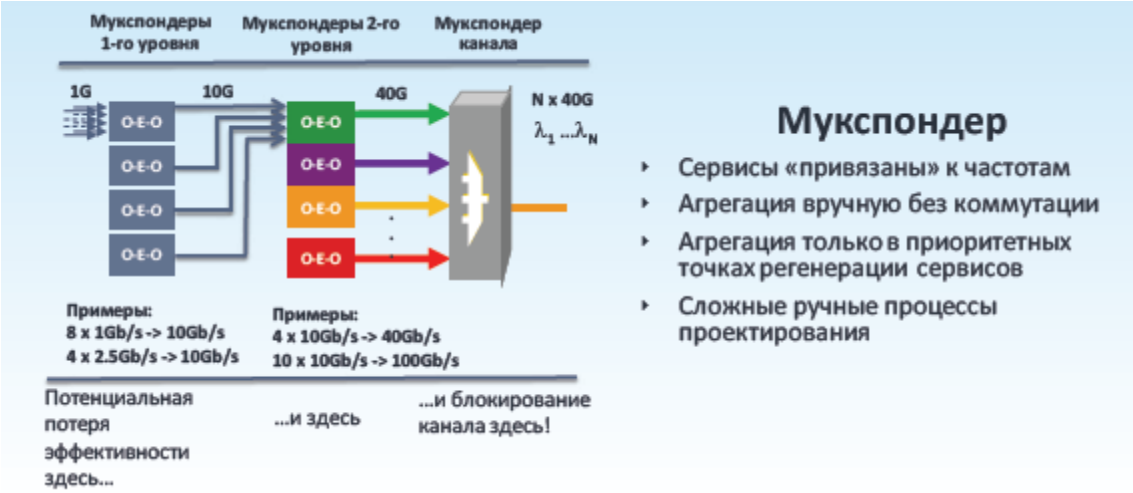


Рисунок1.10-Двухуровневая архитектура на основе мукспондера

Мукспондер – это фиксированная линейная карта, оснащенная, к примеру, восемью гигабитными каналами со стороны магистрали и одним каналом 10G с сервисной стороны и имеющая «зеркальную» линейную карту с другого конца линии, которая соединяет две географические точки, находящиеся на большом расстоянии друг от друга. Транспондер оснащен одним интерфейсом 1 GbE со стороны сервисов и одним каналом 10G со стороны магистрали, с «зеркальной» картой на другом конце волокна. Чтобы упростить объяснение, в качестве примера возьмем мукспондеры.Стоит

также упомянуть мультиплексоры ROADM, которые представляют собой оптические решения для коммутации, способные коммутировать оптический канал и способствовать автоматизации сети в случае, если канал полностью занят сервисами. В течение последних лет, с 2007 по 2011 годы (как показано на рис. 3), одним из основополагающих сервисов была трансляция 10GbE в канал DWDM 10G DWDM, что и создавало проблему несогласования каналов между магистралью и клиентским оборудованием – что, в свою очередь, создавало благоприятную среду для развития оптической коммутации, предоставляемой посредством мультиплексоров ROADM.

Рисунок1.11-Мультиплексоры ROADM предоставляют средства полностью оптической коммутации

Однако в то время как технология DWDM развивается в направлении более высоких уровней производительности (100G, 500G и 1 Тбит/с), хотя пропускная способность сервисов не превышает 10G, вышеописанная архитектура уже не работает. Использование мультиплексирования ROADM для автоматизации оптического транзитного трафика во многих сетях, где каналы 100G полностью заняты сервисами, оправдано, но в большинстве случаев останутся незаполненные каналы. Так как при использовании мукспондеров для внедрения сервисов требуется соединение волокна вручную, установка дополнительных мукспондеров в распределительных узлах для переведения аналоговых сервисов в электронные, а зачастую и несколько стадий мультиплексирования, осуществить заполнение дорогих каналов становится дорого, что обуславливает низкую эффективность архитектуры.

Распространённая проблема несогласования каналов требует решения, и здесь им оказывается цифровая коммутация – с ее помощью можно организовать управление полосой пропускания.

В отличие от мультиплексирования ROADM, средства цифровой коммутации могут «вскрыть» канал и в прямом смысле манипулировать сервисами вплоть до уровня в 1 Гбит/с. Это достигается путем превращения фотонов в канале в электроны и отправки их на матрицу коммутации, где они коммутируются электронными средствами. После этого узловой коммутатор может подключать входящие сервисы, отключать их, перенаправлять их с одного спектрального канала и группировать с другими сервисами, а затем размечать эти сервисы, перенаправляя их в другой канал. Такие операции осуществимы с любым сервисом, портом и каналом в любом направлении и

не способствуют блокировке канала – то есть, они заполняются и используются эффективнее, а, следовательно, снижается их требуемое количество для работы определенных сервисов каналов.

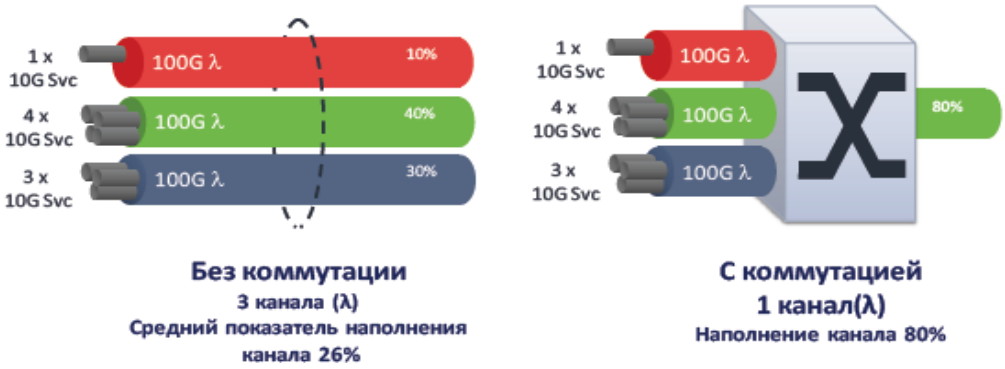


Рисунок 1.12 - Управление сервисами средствами цифровой коммутации

Цифровая коммутация помогает справиться с проблемой несоответствия соединений между сервисами и магистралью, что способствует повышению эффективности.

Меньшее количество каналов означает меньшее количество требуемых модулей DWDM и шасси для встраивания данных модулей, меньшее количество волоконных соединений, меньше электроэнергии, меньше операций для обеспечения работы систем. Все вышеперечисленные элементы влияют на объем капитальных и эксплуатационных издержек, которые потребуются в течение некоторого периода времени для обеспечения масштабируемости сети. В конечном итоге, уровень коммутации можно объединить с автоматизированным уровнем управления, например, GMPLS, для управления мультиплексированием ROADM, оптической или электронной коммутацией, способной обеспечить существенную экономию средств при проектировании и эксплуатации сети.

Существует ряд способов внедрения цифровой коммутации. Обычно средства цифровой коммутации устанавливались в виде отдельного шасси коммутации, подключенного к нескольким стойкам DWDM посредством десятков тысяч коротких «серых» оптических соединений.

Внешний коммутатор в большинстве случаев устанавливают в крупных узлах – например, в больших городах и иногда в городах второго диапазона. Преимуществом внешнего коммутатора является его способность повышать заполняемость каналов, что в результате снижает количество требуемых транспондеров, а также автоматизировать предоставление и агрегацию сервисов в промежуточных узлах, так как таким коммутатором можно управлять удаленно. Однако, недостатком этого решения становится существенное повышение затрат как ввиду приобретения самого коммутатора, так и за счет требуемых для его внедрения дополнительных модулей, промежуточных соединений, пространства, электропитания, услуг

сервисного обслуживания и поддержки эксплуатации – по этой причине внешние коммутаторы внедряют в ограниченном количестве узлов.

Интеграция DWDM с OTN-коммутацией в едином устройстве, то есть более недорогая аппаратная часть оборудования служит для объединения двух уровней сети, и при этом не требуется много кабельных соединений.

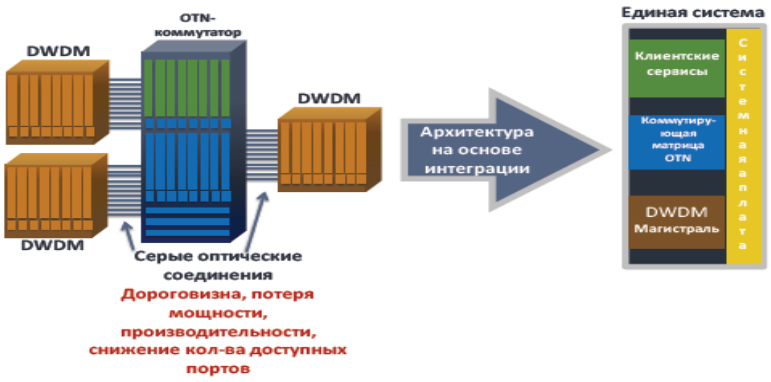


Рисунок 1.13 - Интеграция функции коммутации с DWDM заменяет сотни промежуточных соединений с электрической аппаратной частью

Посредством такой интеграции можно снизить совокупную стоимость владения по следующим причинам:

1. Функция коммутации встроена в каждое устройство OTN/DWDM, и коммутация может быть глубоко внедрена на протяжении всей сети, что увеличивает эффективность и снижает количество требуемых каналов.

2. Высокоскоростная электронная системная плата уменьшает капитальные и эксплуатационные затраты за счет упразднения сотен коротких «серых» оптических соединений.

3. Использование единого решения вместо нескольких аппаратных устройств позволит обойтись без части дополнительных шасси, линейных модулей и требуемых для их работы в каждом узле электропитания, пространства и обслуживания. EQ Система EQ используется для оценки различных подходов к проектированию архитектур транспортных сетей

	WDM-мукспондеры	WDM + Вн. коммутация	WDM + Инт. коммутация	WDM на PIC + Инт. коммутация
Агрегация	Без коммутации Ручная агрегация в крупных узлах	Коммутация в крупных и средних узлах	Проникающая коммутация	Проникающая коммутация
DWDM	Дискретная аналоговая оптика	Дискретная аналоговая оптика	Дискретная аналоговая оптика	Оптическая интегральная схема

Рисунок 1.14 - Архитектура транспортных сетей

Очевидными достоинствами использования оборудования DWDM на участках доступа и магистрали транспортной сети оператора являются:
-Высокая надежность и скорость восстановления сервисов.
-Возможность централизованного управления и мониторинга сети.
-Передача всех типов трафика без потери качества.
-Очень широкий диапазон иерархии скоростей, обеспечивающий масштабирование сети в рамках одной технологии.
-Высокое качество обслуживания для любых типов трафика и в любом сочетании.
-Гибкость интерфейсов, за счет чего к магистрали можно подключить практически любое современное оборудование сети доступа.

Очевидными достоинствами использования оборудования DWDM на участках доступа и магистрали транспортной сети оператора являются:
-Высокая надежность и скорость восстановления сервисов.
-Возможность централизованного управления и мониторинга сети.
-Передача всех типов трафика без потери качества.
-Очень широкий диапазон иерархии скоростей, обеспечивающий масштабирование сети в рамках одной технологии.
-Высокое качество обслуживания для любых типов трафика и в любом сочетании.
-Гибкость интерфейсов, за счет чего к магистрали можно подключить практически любое современное оборудование сети доступа.
-Простота в эксплуатации и низкие эксплуатационные расходы.[3]

После проведения информационного анализа инженерных решений было определено 4 вида архитектуры транспортной сети DWDM. В результате для оценки различных подходов работы было спроектировано и проведено исследование эффективности технологии DWDM в городе Алматы для сети NGN. Для организации сети была выбрана технология DWDM с применением интегральных схем в оборудовании Huawei OSN 6800. На базе данной технологий построена структурная схема сети, представленная на рис.1.15.Были выбраны все необходимые типы оборудования, которое используется в сети мобильного оператора.

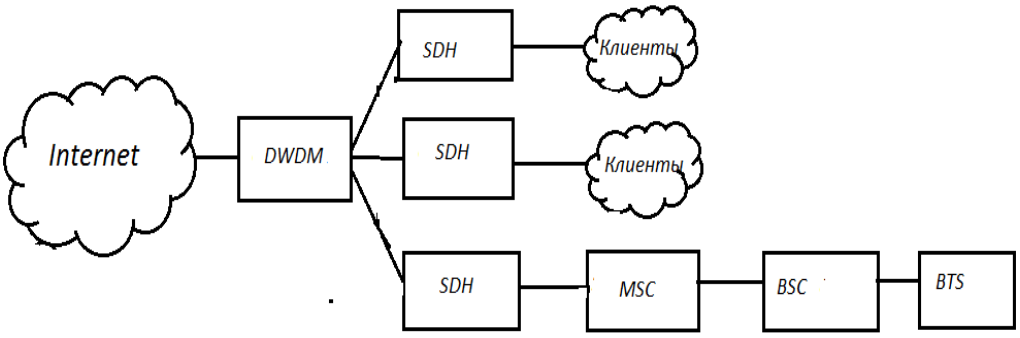


Рисунок 1.15 - Структурная схема транспортной сети оператора

мобильной связи города Карагайлы

Для создания эффективной системы анализа транспортной сети необходимо проанализировать исследования эффективности схемы 7.1.

В качестве DWDM использовалось мультисервисная платформа Huawei OptiX OSN 6800/3800

Huawei OptiX OSN 6800/3800 – это интеллектуальная мультисервисная платформа WDM на базе OTN/ASON, которая позволяет сетевым операторам перейти от традиционных, ориентированных на передачу речи, сетей к сетям ориентированным на передачу данных. Она разработана для сетевых операторов, которым нужна гибкая, рентабельная система, позволяющую мультиплексировать, передавать и коммутировать высокоскоростные данные, видео. Решение предоставляет управляемую и рентабельную платформу, которую можно реорганизовать. Поддерживающую множество услуг, сетевых топологий, протоколов прозрачной передачи в городских и региональных сетях.

В ходе эксперимента в Huawei OptiX OSN 3800 будет агрегированы следующие коммутирующие платформы:

1) DWDM исключительно на основе мукспондеров
2) DWDM с внешней системой OTN-коммутации
3) DWDM с интегрированным OTN-коммутатором на одном шасси
4) DWDM с интегрированным OTN-коммутатором на основе оптических интегральных схем

В качестве коммутатора (MSC) использовалось оборудование Huawei MSoftx3000. Он осуществляет управление вызовами и обработку сигналов и протоколов для обеспечения основных и дополнительных услуг. Также данный коммутатор взаимодействует с сервером приложений (AS) для предоставления абонентам различных дополнительно оплачиваемых услуг. На коммутаторе будет проводиться обработка имитируемых вызовов, для подсчета KPI оператора сотовой связи.

1.5 Принципы планирования цифровых сетей поверх существующих сетей

При планировании современных цифровых сетей следует различать три сетевых уровня: уровень первичной сети, уровень вторичных сетей и уровень систем или служб электросвязи. Основой любой реальной сети связи является уровень неспециализированной (универсальной) первичной сети, представляющей собой совокупность узлов и соединяющих их линий передачи. Таким образом, первичная сеть - это базовая сеть типовых универсальных каналов передачи и сетевых трактов, на основе которой формируются и создаются вторичные сети [4].

Первичные сети, являющиеся базовыми транспортными или магистральными сетями, как это уже отмечалось выше, служат основой для построения всего многообразия современных мультисервисных сетей связи.

Главным требованием, предъявляемым к транспортным сетям, является выполнение сетью основной функции - обеспечения пользователям возможности доступа ко всем разделяемым ресурсам сети.

Основные информационно-технические характеристики ЦПС, которые существенно определяют ее возможности по предоставлению гарантированного качества обслуживания пользователей сети и возможности сети в целом, следующие:

Пропускная способность транспортных магистралей или базовые скорости передачи, определяемые уровнем транспортных модулей (STM-N, N=1, 4, 16,...).

Объем входящего и исходящего трафика в узлах сети.

Суммарный трафик в трактах и магистралях сети.

Надежность или коэффициент готовности сети в целом [4].

К современным ЦПС и корпоративным сетям предъявляют следующие основные требования, обеспечивающие возможность не только гарантировать необходимое качество обслуживания, но и дальнейшее развитие сети:

Необходимая полоса пропускания.

Расширяемость и масштабируемость сети.

Управляемость сети.

Интеграция различных видов трафика.

Совместимость оборудования.

Резервирование трафика, трактов и каналов.

Наивысшая заданная надежность и готовность [4].

Наиболее рациональной для глобальных магистральных или транспортных сетей является многослойная архитектура вида IP/ATM/SDH/DWDM.

Суть организации построения проектируемых транспортных сетей приведена на рис. 1.16.

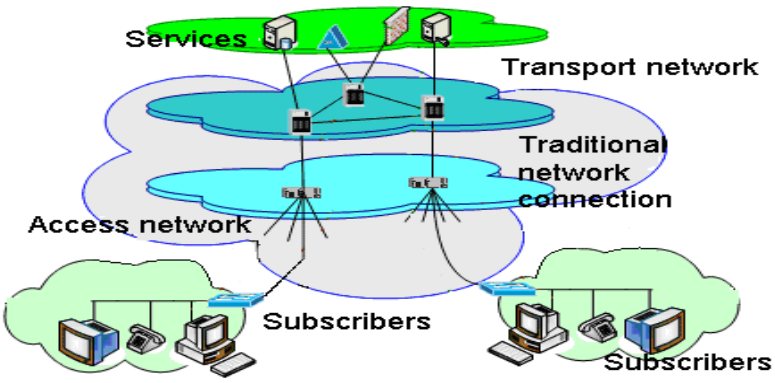


Рисунок 1.16 - Принцип построения транспортной сети

Представленная модель может служить основой для проектирования сети связи любых масштабо

2 Расчетная часть

2.1 Расчет параметров оптических усилителей EDFA

Развитие технологии оптического усиления на основе EDFA сильно изменило методологию конструирования волоконно-оптических систем связи. Традиционные волоконно- оптические системы используют повторители-регенераторы, повышающие мощность сигнала (рис. 2.1 а). Когда длина между удаленными узлами начинает превосходить по условиям затухания сигнала максимальную допустимую длину пролета между соседними узлами, в промежуточных точках устанавливаются дополнительные регенераторы. Хотя такие системы регенерации работают хорошо, они являются весьма дорогими и, будучи установленными, не могут наращивать пропускную способность линии.

На основе EDFA потери мощности в линии преодолеваются путем оптического усиления (рис. 8.3 б). В отличие от регенераторов, такое "прозрачное" усиление не привязано к битовой скорости сигнала, что позволяет передавать информацию на более высоких скоростях и наращивать пропускную способность до тех пор, пока не вступают в силу другие ограничивающие факторы, такие как хроматическая дисперсия и поляризационная модовая дисперсия. Усилители EDFA также способны усиливать многоканальный WDM сигнал, добавляя еще одно измерение в пропускную емкость.

Хотя оптический сигнал, генерируемый исходным лазерным передатчиком, имеет вполне определенную поляризацию, все остальные узлы на пути следования оптического сигнала, включая оптический приемник, должны проявлять слабую зависимость своих параметров от направления поляризации.

а)

б)

Рисунок 2.1 – Оптические системы связи на основе: а) каскада регенерационных повторителей; б) каскада оптических усилителей EDFA

Экспериментальная схема организована через оптические усилителей EDFA. Также необходимо учесть зависимость коэффициента усиления усилителя EDFA от длины волны, особенно в случае передачи отдельных каналов через несколько усилителей, но в экспериментальной схеме установлен только один усилитель.

Мощность насыщения P_{outmax}- определяет максимальную выходную мощность усилителя [1]. Большее значение мощности позволяет увеличивать расстояние безретрансляционного участка. Этот параметр варьируется в зависимости от модели оптического усилителя. У мощных EDFA он может превосходить 36 дБм (4 Вт).

Коэффициент усиления G (gain). Коэффициент усиления определяется из соотношения:

$$G = \frac{P_{Sout}}{P_{Sin}} \quad (2.1)$$

$$G = \frac{3,8}{2,2} = 1,73$$

$$g = 10\lg G, \text{ дБ} \quad (2.2)$$

$$g = 10\lg 1,73 = 2,38$$

График зависимости коэффициента усиления от изменения входной мощности(где P_{Sout} и P_{Sin} – мощности (полезных) сигналов на входе и входе усилителя) в приложении А.

Мощность усиленного спонтанного излучения. В отсутствие входного сигнала EDFA является источником спонтанного излучения фотонов. Спектр излучения зависит от формы энергетической зоны атомов эрбия и от статистического распределения заселенностей уровней зоны. Спонтанно образованные фотоны, распространяясь по волокну в активной зоне усилителя EDFA, тиражируются, в результате чего создаются вторичные фотоны на той же длине волны, с той же фазой, поляризацией и направлением распространения. Результирующий спектр спонтанных фотонов называется усиленным спонтанным излучением. Его мощность нормируется в расчете на 1 Гц и имеет размерность Вт/Гц.

Если на вход усилителя подается сигнал, от лазера, то определенная доля энергетических переходов, ранее работавшая на усиленное спонтанное излучение, начинает происходить под действием сигнала от лазера, усиливая входной сигнал. Таким образом происходит не только усиление полезного входного сигнала, но и ослабление ASE спектральная плотность шума.

Спектральная плотность шума показана в формуле (2.3):

$$ASE_{\Delta\upsilon} = \Delta\upsilon \times ASE \quad (2.3)$$

Если лазер, предшествующий усилителю, генерирует излучение в спектральном окне $\Delta\upsilon$

$$\Delta\upsilon = \frac{c}{\lambda^2}\Delta\lambda \qquad (2.4)$$

$$\Delta\upsilon = \frac{3*10^8}{(1{,}55*10^{-6})^2}*0{,}3*10^{-9} = 3{,}746*10^{10}$$

где с – скорость света

На рисунке 2.2 приведены сравнительные спектры выходного сигнала при наличии и отсутствии сигнала на входе [3].

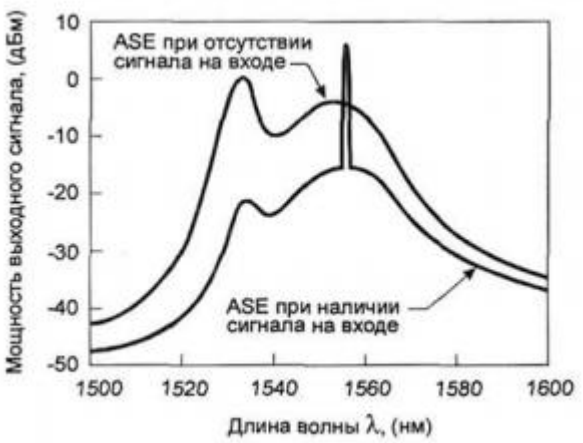


Рисунок 2.2– Спектральная плотность шума

Мощность усиленного спонтанного излучения связана к коэффициентом усиления формулой:

$$ASE = h\nu\frac{n_{sp}}{\eta}(G-1) \qquad (2.5)$$

где h - постоянная планка, равна 6,6252 10^{-34} Вт*$с^2$
ν - частота (Гц), соответствующая длине

$$(\nu = \frac{C}{\lambda} = \frac{3*10^8}{1{,}55*10^{-6}} = 1{,}94*10^{14})$$

$n_{sp} = 1{,}28*10^{-8}$ Вт коэффициент спонтанной эмиссии

$\eta = 1$ квантовая эффективность.

$$ASE = 6{,}6 * 10^{-34} * 1{,}94 * 10^{14} * \frac{1{,}28 * 10^{-8}}{1}(1{,}73 - 1) = 1{,}196 * 10^{-11}$$

$$ASE_{\Delta\upsilon} = 3{,}746 * 10^{10} \times 1{,}196 * 10^{-11} = 0{,}448$$

Шум-фактор определяется как отношение сигнал/шум на входе ($\frac{P_{Sin}}{P_{Nin}}$) к отношению сигнал/шум на выходе ($\frac{P_{Sout}}{P_{Sin}}$):

$$NF = \frac{\frac{P_{Sin}}{P_{Nin}}}{\frac{P_{Sout}}{P_{Sin}}} \qquad (2.6)$$

Важно отметить, что мощность шума на входе является квантово-ограниченной минимальной величиной и определяется нулевыми флуктуациями вакуума

$$P_{Nin} = h\upsilon * \Delta\upsilon = 6{,}63 * 10^{-34} * 1{,}94 * 10^{14} * 3{,}746 * 10^{10} = 48{,}18 * 10^{-10}$$

Мощность шума на выходе состоит из суммы мощности усиленного спонтанного излучения $ASE_{\Delta\upsilon}$ и мощности шума нулевых флуктуаций вакуума, которые проходят через усилитель без изменения:

$$P_{Nout} = ASE_{\Delta\upsilon} + h\upsilon * \Delta\upsilon \qquad (2.7)$$

$$P_{Nout} = 0{,}448 + 48{,}18 * 10^{-10} = 0{,}448$$

.Если учесть, что $G = \frac{P_{Sout}}{P_{Sin}}$, то шум-фактор можно выразить через коэффициент усиления и мощность усиленного спонтанного излучения:

$$NF = \frac{1}{G}(1 + \frac{ASE}{h\upsilon}) \quad (2.14)$$

$$NF = \frac{1}{1{,}73}\left(1 + \frac{1{,}196 * 10^{-11}}{6{,}63 * 10^{-34} * 1{,}94 * 10^{24}}\right) = 3{,}802$$

$$nf = 10\lg NF = 10\lg 3{,}802 = 5{,}8 \qquad (2.8)$$

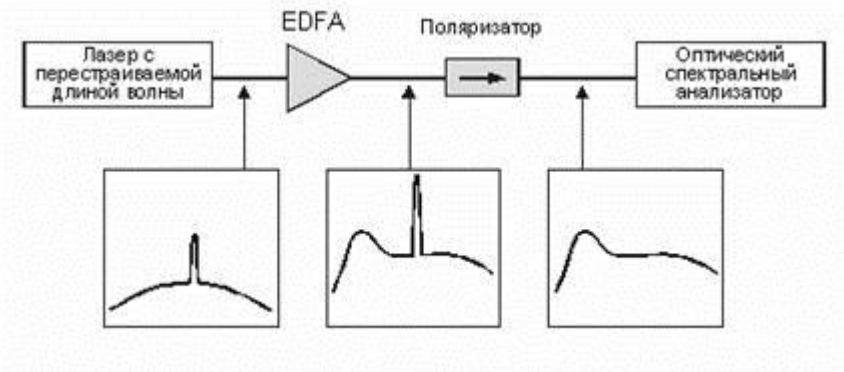


Рисунок 2.3- Схема измерения коэффициента шума EDFA

Практическое значение имеет мощность усиленного спонтанного излучения, когда на вход EFDA подается полезный сигнал. По этому, измерять ASE следует именно при наличии такого сигнала.

Таким образом, при проектировании сети необходимо определить и учесть зависимость коэффициента усиления усилителя EDFA от длины волны, особенно в случае передачи отдельных каналов через несколько усилителей. Кроме этого, накопление шумов за счет проявления шум-фактора в нескольких последовательно расположенных в линии связи усилителях EDFA может привести к невосстановимому разрушению оптического сигнала. С бурным развитием систем DWDM коэффициент усиления стал не единственной важной измеряемой характеристикой оптического усилителя, для систем широкополосного усиления все больший вес приобретают такие параметры как неравномерность усиления и шумовая характеристика.

2.2 Расчет надежности мультисервисной сети

Рассматриваемые показатели применяются для оценки надежности как невосстанавливаемых, так и подлежащих ремонту, т.е. восстанавливаемых объектов до появления первого отказа.

Вероятность безотказной работы P(t) – это вероятность того, что в заданном интервале времени (0, t) в системе или элементе не произойдет отказ.

Статистически $P(t)$ определяется по формуле:

$$P(0) = N(t)/N(0), \qquad (2.9)$$

где $N(t)$ – число элементов, безотказно проработавших до момента t;

$N(0)$ – первоначальное число наблюдаемых элементов.

Число работоспособных в течение времени $(0,t)$ элементов определяется из соотношения:

$$N(t) = N(0) - n(0,t), \qquad (2.10)$$

где $n(0,t)$ – число отказавших за время $(0,t)$ элементов.

Вероятность появления отказа $Q(t)$ – это вероятность того, что в заданном интервале времени $(0,t)$ произойдет отказ. Статистическая оценка $Q(t)$ производится по формуле:

$$Q(t) = n(0,t)/N(0). \qquad (2.11)$$

Таким образом, всегда имеет место соотношение:

$$P(t) + Q(t) = 1. \qquad (2.12)$$

Частота отказов $a(t)$ – это производная от вероятности появления отказа, означающая вероятность того, что отказ элемента произойдет за единицу времени $(t, t+\Delta t)$. Она определяется по формуле:

$$a(t) = \frac{dQ(t)}{dt} = \frac{dP(t)}{dt}. \qquad (2.13)$$

Для упрощенного определения величины $a(t)$ используем статистическую оценку:

$$a(t) = \frac{n(t,\Delta t)}{N(0) \times \Delta t}, \qquad (2.14)$$

где $n(t,\Delta t)$ – число элементов, отказавших в интервале времени от t до $t+\Delta t$.

Точность статистической оценки возрастает с увеличением первоначального числа наблюдаемых элементов и уменьшением временного интервала Δt [5].

Частота отказов, вероятность безотказной работы и вероятность появления отказа связаны следующими зависимостями:

$$P(t) = \int_t^{\infty} a(x)dx, \qquad (2.15)$$

$$Q(t) = \int_0^{t} a(x)dx. \qquad (2.16)$$

Интенсивность отказов $\lambda(t)$ – это условная вероятность отказа после момента t за единицу времени Δt при условии, что до момента t отказа элемента не было.

Интенсивность отказов связана с частотой отказов и вероятностью безотказной работы соотношением:

$$\lambda(t) = a(t)/P(t). \qquad (2.17)$$

Так как $P(t) \le 1$, то всегда выполняется соотношение $\lambda(t) \le a(t)$. Статистически интенсивность отказов определяется по формуле:

$$a(t) = \frac{n(t, \Delta t)}{N(t) \times \Delta t}. \qquad (2.18)$$

Различие между частотой и интенсивностью отказов в том, что первый показатель характеризует вероятность отказа за интервал $(t + t + \Delta t)$ элемента, взятого из группы элементов произвольным образом, причем неизвестно, в каком состоянии (работоспособном или неработоспособном) находится выбранный элемент. Второй показатель характеризует вероятность отказа за тот же интервал времени элемента, взятого из группы оставшихся работоспособными к моменту t элементов.

Интегрируя выражение (2.11), получаем формулу для определения вероятности безотказной работы в зависимости от интенсивности отказов и времени:

$$P(t) = \exp\left[-\int_0^1 \lambda(x)dx\right]. \qquad (2.19)$$

Рассмотренные показатели надежности связаны между собой соотношениями, приведенными в сводной таблице 2.1

Т а б л и ц а 2.1 – Соотношения показателей надежности

Известный показатель	Формулы для определения неизвестных показателей			
	$P(t)$	$Q(t)$	$a(t)$	$\lambda(t)$
$P(t)$	–	$1 - P(t)$	$-\frac{dP(t)}{dt}$	$-\frac{1}{P(t)}\frac{dP(t)}{dt}$
$Q(t)$	$1 - Q(t)$	–	$\frac{dQ(t)}{dt}$	$-\frac{1}{1-Q(t)}\frac{dQ(t)}{dt}$
$a(t)$	$\int_t^\infty a(x)dx$	$\int_0^t a(x)dx$	–	$\frac{a(t)}{\int_t^\infty a(x)dx}$
$\lambda(t)$	$\exp\left[-\int_0^1 \lambda(x)dx\right]$	$1 - \exp\left[-\int_0^1 \lambda(x)dx\right]$	$\lambda(t)\exp\left[-\int_0^1 \lambda(x)dx\right]$	–

Приведенные в таблице 3.6 соотношения между основными показателями надежности можно представить в более простой и наглядной

форме с учетом того, что интенсивность отказов в период нормальной эксплуатации практически, неизменна:

$$P(t) = \exp(-\lambda t), \qquad (2.20)$$

$$Q(t) = 1 - \exp(-\lambda t), \qquad (2.21)$$

$$a(t) = \lambda \exp(-\lambda t). \qquad (2.22)$$

Формулы (2.20)-(2.22) характеризуют экспоненциальный закон надежности, т.е. экспоненциальное распределение времени безотказной работы при отказах с постоянной интенсивностью.

Подставив числовые данные в формулы рассчитаем вероятности безотказной работы, появления отказа и частоту отказов для момента времени t=6 месяцев, интенсивность отказов $\lambda = 35 \times 10^{-3}$ 1/год.

Расчеты произведем с использованием программного комплекса MathCAD 2001 Professional в приложении В.

Численные показатели надежности равны:

$$P(0{,}5) = \exp(-0{,}035 \times 0{,}5) = 0{,}811$$

$$Q(0{,}5) = 1 - \exp(-0{,}035 \times 0{,}5) = 0{,}189,$$

$$a(0{,}5) = \lambda p(0{,}5) = 0{,}035 \times 0{,}9827 = 0{,}028.$$

На рисунке 2.4 представлены в графической форме зависимости основных показателей надежности от времени при экспоненциальном законе. Площадь заштрихованной области численно характеризует среднюю наработку на отказ.

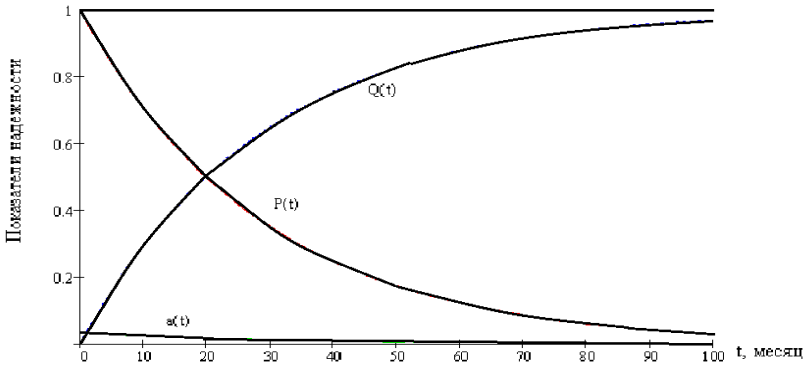


Рисунок 2.4 – Графики зависимости основных показателей надежности от времени работы оборудования

Таким образом, вероятность того, что в течение шести месяцев системе не произойдет отказ равна 0,8 и следовательно мультисервисная система для предоставления услуги IP обладает достаточной степенью надежности.

2.3 Оценка характеристик пропускной способности MPLS Ethernet

Согласно традиционной классификации, распространенной в среде инженеров, занимающихся проектированием и эксплуатацией систем связи, сетевые приложения можно разбить на три основные части: передача данных, пакетная телефония и потоковое видео. Нагрузка коммуникационных приложений, относящихся к первой группе, обычно передается по принципу Best Effort и не чувствительна к задержке, если величина нагрузки лежит в разумных пределах.

Нагрузка коммуникационных приложений второй и третьей групп принадлежит к категории мультимедийных нагрузок (Streem Traffic) и предъявляет к сети требования по предоставлению гарантированной полосы пропускания (ПП) и обеспечению необходимого качества обслуживания (QoS) [4].

Среди всех схем преимущественного разделения ПП наиболее эффективна в реализации схема, при которой вся ПП цифровой линии предоставляется на правах абсолютного приоритета мультимедийной нагрузке, а пакеты трафика Best Effort используют полосу, оставшуюся свободной от передачи мультимедийной нагрузки, ожидая при необходимости начала обслуживания в буфере. Данная технология позволяет усилить эффект, достигаемый за счет статистического мультиплексирования, поскольку пакеты, задержанные из-за отсутствия свободной ПП, ожидают ее освобождения, а не уходят из системы [4].

Помимо эффективного использования ПП телекоммуникационные компании, применяя данную технологию, получает возможность предоставить гарантированное качество обслуживания для нагрузки класса QoS. К недостаткам следует отнести отсутствие методов оценки характеристик соответствующего класса моделей. Разработка методов затрудняется необходимостью учета условий передачи нагрузки, порожденной современными коммуникационными приложениями, т.е. наличием многих классов нагрузки с различными требованиями к ПП, топологией сети и т.д [16].

На основе реализации принципов формализации процесса обслуживания нагрузки в виде пакетов, использующих значение меток MPLS, при рассмотрении процесса выделения соответствующего сетевого ресурса на уровне соединения была построена модель совместного занятия ПП нагрузкой мультимедийных приложений QoS и нагрузкой трафика Best Effort, а также приведены определения основных характеристик обслуживания нагрузки.

2.3.1 Описание модели исследуемой сети

В сети имеется некоторое число узлов (маршрутизаторов), соединенных между собой цифровыми линиями. Обозначим через L общее число линий и будем считать их пронумерованными произвольным образом.

Пусть v_l – скорость l-й линии (l=1, 2, …, L), выраженная в основных передаточных единицах. Допустим, что по сети передаются N потоков нагрузки речевых и мультимедийных приложений QoS, анализируемых на уровне соединения. Пронумеруем имеющиеся потоки заявок на соединение произвольным образом.

Каждый из обслуживаемых потоков (например k-й) характеризуется интенсивностью поступления требований на занятие полосы передачи λ_k, средним временем удерживания выделенной полосы T_k, числом основных передаточных единиц, необходимых для обслуживания поступившего требования b_k и маршрутом следования пакетов от узла источника к узлу получателю R_k, задаваемым последовательностью номеров соединительных линий (СЛ), составляющих маршрут R_k.

Заявка на установление соединения от k-го потока принимается к обслуживанию, если каждая из линий, составляющих маршрут следования нагрузки k-го потока, имеет свободными не менее b_k основных передаточных единиц. В противном случае заявка на установление соединения получает отказ и не возобновляется в форме повторной попытки.

Процесс обслуживания сообщений потоков QoS будем характеризовать следующими величинами: r_k – доли сообщений k-го потока, получившие отказ в установлении требуемого соединения, и M_k – средняя величина полосы линии, выраженная в основных передаточных единицах и занятая сообщениями k-го потока [4].

2.3.2 Точная оценка показателей обслуживания нагрузки QoS

Вычисление этих показателей облегчается, поскольку заявки на соединение для данного типа трафика имеют абсолютный приоритет в занятии полосы передачи СЛ. Следовательно, значения r_k и M_k могут быть найдены независимо от характеристик обслуживания нагрузки Best Effort.

Предположим, что $\lambda_{d,l} = 0$, l=1,2,…,L. Упрощенная подобным образом модель сети описывается марковским процессом $r(t) = [i_1(t),...,i_N(t)]$, у которого отсутствуют компоненты, связанные с наличием на передаче пакетов нагрузки Best Effort [4].

Для вероятностей стационарных состояний упрощенной модели выполняется свойство мультипликативного представления, позволяющее записать следующее выражение

$$P(i_1,...,i_N) = P(0,...,0)\frac{a_1^{i_1}}{i_1!}\frac{a_2^{i_2}}{i_2!}\cdots\frac{a_N^{i_N}}{i_N!}, \qquad (2.23)$$

где $(i_1,...i_N) \in S$

Наличие свойства мультипликативности послужило основой для нескольких алгоритмов точного вычисления r_k и M_k. По ряду показателей, среди которых необходимо отметить простоту реализации и возможность однотипного использования расчетной схемы для целого класса моделей, наиболее удачным следует признать сверточный алгоритм.

2.3.3 Приближенная оценка показателей обслуживания нагрузки QoS.

Для этой оценки пользуются методом просеянной нагрузки. Суть метода и его название становятся понятными при анализе рассуждений, положенных в его основу. Обозначим через β_l долю заявок на установление соединения, получивших отказ из-за недостаточности ресурса на l-й СЛ. Если считать, выполненным предположение о том, что заявки на каждом звене сети блокируются независимо, то интенсивность нагрузки, поступающей на l-е звено, можно считать пуассоновской и равной:

$$\Lambda_l = \frac{1}{1-\beta_l} \sum_{n \in R_n} a_n b_n \prod_{j \in R_n} (1-\beta_j)^{b_n}$$

а для вычисления доли потерянных заявок k-го потока на установление соединения использовать выражение

$$r_k \approx 1 - \prod_{j \in R_k} (1-\beta_j)^{b_k}, \qquad (2.24)$$

$$k = 1,2,...,N$$

Решением системы неявных уравнений является

$$\beta_l = E\left(v_l, \frac{1}{1-\beta_l} \sum_{n \in N_l} a_n b_n \prod_{j \in R_n} (1-\beta_j)^{b_n} \right), \qquad (2.25)$$

$$l = 1,2,...,L$$

Его можно найти с помощью метода подстановок, начиная с нулевого начального приближения. Многочисленные исследования показали приемлемость данного подхода для приближенной оценки показателей обслуживания нагрузки QoS. По этой причине, а также благодаря простоте реализации, данный алгоритм будет использован при построении схемы вычисления характеристик обслуживания пакетов нагрузки Best Effort.

2.3.4 Точная оценка показателей обслуживания нагрузки Best Effort

Ввиду сложности характера процесса обслуживания пакетов нагрузки Best Effort оценить в общем случае точные значения соответствующих показателей можно лишь с помощью техники имитационного моделирования. Был подготовлен соответствующий пакет программ, который применялся для оценки погрешности приближенных методов расчета показателей обслуживания нагрузки Best Effort. Точно рассчитать модель сети можно, упростив структуру и характер входного потока. Таким же образом можно исследовать модель сети, состоящей из одного звена, с одним потоком нагрузки QoS и потоком пакетов Best Effort [4].

2.3.5 Приближенная оценка показателей обслуживания нагрузки Best Effort

Ее реализация основана на технике декомпозиции, т.е. раздельном вычислении показателей обслуживания нагрузок QoS и Best Effort.

Характеристики передачи нагрузки QoS можно находить независимо, поскольку заявки на установление соединения, составляющие данную нагрузку, обладают абсолютным приоритетом в занятии полосы передачи СЛ.

Рассмотренный отдельно процесс обслуживания соответствующих нагрузок обладает свойством мультипликативного представления стационарных вероятностей, что значительно облегчает построение точных и приближенных методов расчета модели. Если предположить, что интенсивности нагрузки QoS равны нулю, то получаем модель с мультипликативным решением, но уже для числа пакетов, находящихся на передаче и ожидании. Пусть γ_l - суммарная интенсивность поступления пакетов на l-ю линию СЛ. Значение γ_l, L=1,2,…,L можно найти из решения системы линейных уравнений:

$$\begin{cases} \gamma_1 = \lambda_{d,1} + \gamma_1 p(1,1) + \gamma_2 p(2,1) + ... + \gamma_L p(L,1) \\ \gamma_2 = \lambda_{d,2} + \gamma_1 p(1,2) + \gamma_2 p(2,2) + ... + \gamma_J p(L,2) \\ \gamma_L = \lambda_{d,L} + \gamma_1 p(1,L) + \gamma_2 p(2,L) + ... \gamma_L p(L,L) \end{cases} \qquad (2.26)$$

Решение может быть получено методом подстановок с использованием соотношений реализуемых последовательно для l=1,2,…,L с нулевого начального условия.

$$\gamma_l^{(m+1)} = \frac{1}{1-p(l,l)}\left[\lambda_{d,l} + \gamma_1^{(m+1)} p(1,1) + \gamma_2^{(m+1)} p(2,l) + ... + \gamma_{l-1}^{(m+1)} p(l-1,l) + \gamma_{l+1}^{(m)} p(l+1,l) + ... + \gamma_L^{(m)} p(L,l)\right]$$

Задержка пакета на l-й линии W_l определяется независимо от передачи пакетов на других линиях и находится из выражения, полученного для изолированного звена, состоящего из v_l основных передаточных единиц и бесконечного буфера. На звено поступает пуассоновский поток вызовов интенсивности $\theta_l = \gamma_l / \mu_d$. Тогда

$$W_l = \frac{v_l E(v_l, \theta_l)}{(v_l - \theta_l)\{v_l - \theta_l[1 - E(v_l, \theta_l]\}} \qquad (2.27)$$

Необходимо отметить, что это точное равенство выполняется только при отсутствии нагрузки QoS.

2.3.6 Оценка пропускной способности по заданной нагрузке

Рассмотрим использование разработанных расчетных процедур для решения задачи об оценке ПП (т.е. скорости передачи по СЛ) по заданной нагрузке. Данная проблема часто возникает при эксплуатации и проектировании сетей связи.

Предположим известна топология сети, т.е. заданы узлы, установлены связи между ними в виде СЛ и определены маршруты следования нагрузок QoS и Best Effort. В форме маршрутной матрицы Q и матрицы переходов P. Необходимо определить скорости передачи СЛ, т.е. значения v_l, l=1,…,L, при

которых потоки нагрузки QoS будут обслужены с заданным качеством, а также указать возможную при этом максимальную интенсивность потоков нагрузки Best Effort.

Зададим качество обслуживания нагрузки QoS долей отказов на соединение и положим, что время задержки пакетов Best Effort не должно превосходить заданной величины [16].

При решении сформулированной задачи будем руководствоваться следующим алгоритмом. На первом его этапе, используя метод просеянной нагрузки QoS подберем скорости СЛ, при которых доли потерь нагрузки QoS не превосходят заданной величины. Поскольку нагрузка QoS имеет абсолютный приоритет в использовании ПП, то v_l, l=1,…,L, можно определить независимо от нагрузки Best Effort по следующей рекуррентной схеме.

В качестве начальных значений последовательности приближений к v_l можно взять целую часть от интенсивности суммарной нагрузки QoS, проходящей чрез линию v_l, l=1,…,L,. Затем по (3.2) и (3.3) вычислить r(l), l=1,…,L, сравнивают с нормативными показателями. Если заданный уровень обслуживания не достигнут, то одна из скоростей увеличивается. Линия, на которой скорость увеличивается, выбирается путем сравнения приближенных значений потерь нагрузки β_l на каждом из звеньев (3.3). Увеличение скорости происходит на линии l с максимальными потерями β_l.

Понятно, что за конечное число шагов процесс сойдется и получим требуемый ответ.

На втором этапе оценивается величина интенсивности потоков нагрузки Best Effort, которые могут быть переданы при ограничении на задержку. Эта часть задачи также решается подбором с помощью расчетной схемы, изложенной выше. Допустим, имеется модель сети со следующими входными параметрами; L=6, N=5, $\lambda_1 = 20$, b_1=1, $\lambda_2 = 5$, b_2=2, $\lambda_3 = 5$, b_3=3, $\lambda_4 = 10$, b_4=2, $\lambda_5 = 10$, b_5=1, $\mu_k = 1$, k=1,…,5, $\mu_{d,l} = 1$, l=1,…,6.

В соответствии с рисунком 3.1 приведена схема исследуемой модели.

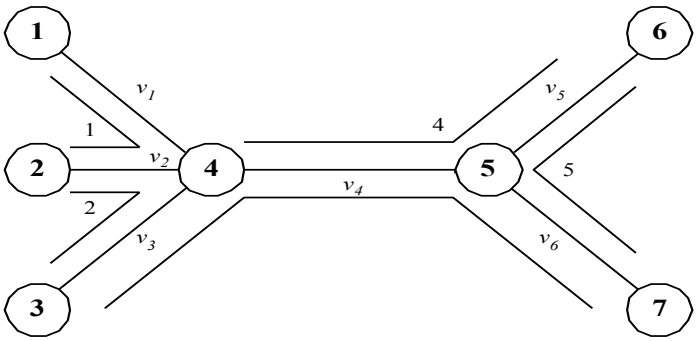


Рисунок 2.5 – Схема исследуемой сети

Компоненты маршрутной матрицы D и матрицы вероятностей переходов P принимают значения

В таблице 2.1 показаны результаты вычислений характеристик обслуживания нагрузки QoS на первых 15 шагах реализации рекуррентного алгоритма определения скорости СЛ (номер варианта – это номер рекуррентного шага). Процесс сошелся на 43-м шаге. Предполагалось, что расчетные потери для всех пяти потоков не должны превосходить 5%.

$$D = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 3 & 0 & 1 \end{vmatrix};$$

$$P = \begin{vmatrix} 0{,}3 & 0{,}1 & 0{,}3 & 0 & 0{,}3 & 0 & 0 \\ 0{,}3 & 0{,}1 & 0{,}1 & 0{,}2 & 0{,}3 & 0 & 0 \\ 0{,}4 & 0 & 0{,}2 & 0{,}3 & 0{,}1 & 0 & 0 \\ 0{,}3 & 0{,}1 & 0{,}1 & 0{,}1 & 0{,}2 & 0{,}1 & 0{,}1 \\ 0{,}6 & 0 & 0 & 0 & 0{,}1 & 0{,}2 & 0{,}1 \\ 0{,}5 & 0 & 0 & 0 & 0{,}2 & 0{,}2 & 0{,}1 \end{vmatrix}$$

Поскольку метод просеянной нагрузки занижает величину потерь маршрутов с большим числом звеньев, то для учета этого явления рекуррентный процесс был остановлен, когда оценки потерь на маршрутах стали меньше 1%. Найденные значения скоростей СЛ принимают значения v_1=31, v_2=43, v_3=41, v_4=54, v_5=43, v_6=42.

Таблица 2.2 – Результат вычисления характеристик обслуживания QoS

Емкость СЛ						Доли потерянных заявок нагрузки QoS				
v1	2	3	4	5	6	r1	r2	r3	r4	r5
20	0	5	5	0	5	0,1844	0,1982	0,304	0,1975	0,13
22	0	5	5	0	5	0,1491	0,2189	0,3009	0,1977	0,1306
22	2	5	5	0	5	0,1327	0,1775	0,3073	0,1973	0,1293
24	2	5	5	0	5	0,1055	0,1905	0,3052	0,1974	0,1297
24	2	5	5	2	5	0,1059	0,1873	0,3162	0,163	0,1072
24	4	5	5	2	5	0,0902	0,1541	0,3213	0,1624	0,1061
24 24	4	5	5	4	5	0,0905 0,089	0,1511 0,1605	0,3303 0,303	0,1358 0,1437	0,0881 0,0667

	4	5	5	4	7					
26	4	5	5	4	7	0,0698	0,1677	0,3016	0,144	0,0669
26	4	7	5	4	7	0,0728	0,1402	0,2786	0,1484	0,0701
26	6	7	5	4	7	0,0585	0,1118	0,2822	0,1477	0,0696
26	6	7	7	4	7	0,0581	0,1172	0,2629	0,1281	0,0775
26	6	7	7	6	7	0,0583	01152	0,27	0,1065	0,0632
26	6	7	7	6	9	0,0578	0,1222	0,2463	0,1127	0,0463
26	6	9	7	6	9	0,0596	0,0979	0,2249	0,1168	0,0486

На следующем этапе решения общей проблемы находим значения интенсивностей нагрузки Best Effort, которые сеть может обслужить при условии, что время задержки пакета на каждой линии не превосходит двух значений среднего времени передачи. Найденные величины интенсивностей принимают значения $\lambda_{d,1} = 3$, $\lambda_{d,2} = 3$, $\lambda_{d,3} = 5$, $\lambda_{d,4} = 3$, $\lambda_{d,5} = 5$, $\lambda_{d,6} = 7$.

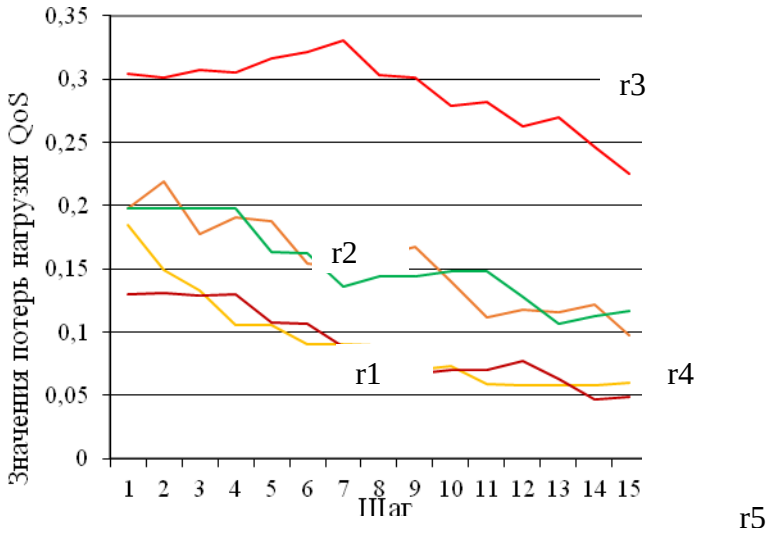


Рисунок 2.6 – Сходимость значений потерь нагрузки QoS

Поскольку решение задачи было получено приближенными методами, имеет смысл оценить погрешность решения с помощью средств имитационного моделирования. Приведем рассчитанные подобным образом значения потерь нагрузки QoS и среднего времени задержки пакетов Best Effort для найденных значений скорости передачи v_l и интенсивностей поступления пакетов $\lambda_{d,l}$, l=1,…,6. Соответствующие характеристики принимают значения:

$r_1 = 0{,}01056 \pm 0{,}0002,\ \ r_2 = 0{,}02864 \pm 0{,}0005,\ \ r_3 = 0{,}04040 \pm 0{,}0006,$

$r_4 = 0{,}02870 \pm 0{,}00046,\ \ r_5 = 0{,}01259 \pm 0{,}0003,$

$T_1 = 1{,}244 \pm 0{,}006,\ T_2 = 1{,}387 \pm 0{,}012,\ \ T_3 = 1{,}324 \pm 0{,}007,$

$T_4 = 1{,}367 \pm 0{,}010,\ \ T_5 = 1{,}218 \pm 0{,}008,\ \ T_6 = 1{,}169 \pm 0{,}005.$

Приведенные данные показывают, что найденные значения скоростей передачи обеспечивают заданный уровень потерь заявок на соединение нагрузки QoS, а передача рассчитанных объемов нагрузки Best Effort удовлетворяет ограничению по задержке.

2.4Расчет надежности MPLS/Metro Ethernet

Количественные характеристики основных показателей надежности

Рассматриваемые здесь показатели применяются для оценки надежности как невосстанавливаемых, так и подлежащих ремонту, т.е. восстанавливаемых объектов до появления первого отказа.

Вероятность безотказной работы P(t) – вероятность того, что в заданном интервале времени (0, t) в системе или элементе не произойдет отказ.

Статистически P(t) определяется как отношение числа элементов N(l), безотказно проработавших до момента t, к первоначальному числу наблюдаемых элементов N(0):

$$Ð(t) = N(t)/N(0), \qquad (2.28)$$

Число работоспособных в течение времени (0, t) элементов будет:

$$N(t) = N(0) - n(0,t) \qquad (2.29)$$

где n (0,t) – число отказавших за время (0,t) элементов.

Вероятность появления отказа Q (t) – вероятность того, что в заданном интервале времени (0, t) произойдет отказ. Статистическая оценка Q(t).

$$Q(t) = n(0,t)/N(0) \qquad (2.30)$$

Таким образом, всегда имеет место соотношение

$$P(t) + Q(t) = 1, \qquad (2.31)$$

Частота отказов a(t) – производная от вероятности появления отказа, означающая вероятность того, что отказ элемента произойдет за единицу времени (t, t+Δt).

$$a(t) = \frac{dQ(t)}{dt} = \frac{dP(t)}{dt} \qquad (2.32)$$

Для определения величины a(t) можно использовать статистическую оценку:

$$a(t) = \frac{n(t,\Delta t)}{N(0) * \Delta t} \qquad (2.33)$$

где n(t, Δt) – число элементов, отказавших в интервале времени от t до t+Δt.

Точность статистической оценки (3.11) возрастает с увеличением первоначального числа наблюдаемых элементов и уменьшением временного интервала Δt [3].

Частота отказов, вероятность безотказной работы и вероятность появления отказа связаны следующими зависимостями:

$$P(t) = \int_t^{\infty} a(x)dx, \tag{2.34}$$

$$Q(t) = \int_0^{t} a(x)dx \tag{2.35}$$

Интенсивность отказов $\lambda(t)$ – условная вероятность отказа после момента t за единицу времени Δt при условии, что до момента t отказа элемента не было.

Интенсивность отказов связана с частотой отказов и вероятностью безотказной работы:

$$\lambda(t) = a(t)/P(t). \tag{2.36}$$

Так как $P(t) \leq 1$, то всегда выполняется соотношение $\lambda(t) \leq a(t)$. Статистически интенсивность отказов определяется таким образом:

$$a(t) = \frac{n(t, \Delta t)}{N(t) \cdot \Delta t} \tag{2.37}$$

Различие между частотой и интенсивностью отказов в том, что первый показатель характеризует вероятность отказа за интервал $(t, t+\Delta t)$ элемента, взятого из группы элементов произвольным образом, причем неизвестно, в каком состоянии (работоспособном или неработоспособном) находится выбранный элемент. Второй показатель характеризует вероятность отказа за тот же интервал времени элемента, взятого из группы оставшихся работоспособными к моменту t элементов [16].

Отметим важную особенность, вытекающую из формулы (3.14) для высоконадежных элементов и систем: если $P(t) \geq 0{,}99$, то $a(t) \approx \lambda(t)$. Поэтому в практических расчетах возможна при указанном условии взаимная замена $a(t)$ и $\lambda(t)$.

Интегрируя выражение (3.14), получаем формулу для определения вероятности безотказной работы в зависимости от интенсивности отказов и времени:

$$P(t) = \exp\left[-\int_0^{t} \lambda(x)dx\right] \tag{2.38}$$

Рассмотренные показатели надежности связаны между собой соотношениями, приведенными в сводной таблице 3.2.

Учитывая, что для объектов КС интенсивность отказов в период нормальной эксплуатации практически неизменна, т.е. $\lambda(t)=\lambda=const$, приведенные в таблице 3.2 соотношения между основными показателями надежности можно представить с учетом этого условия в более простой и наглядной форме:

$$P(t) = \exp(-\lambda t), \tag{2.39}$$

$$Q(t) = 1 - \exp(-\lambda t), \qquad (2.40)$$

$$a(t) = \lambda \exp(-\lambda t) \qquad (2.41)$$

Формулы (3.39)-(3.41) характеризуют экспоненциальный закон надежности, т.е. экспоненциальное распределение времени безотказной работы при отказах с постоянной интенсивностью.

Таблица 2.3 – Соотношения рассмотренных показателей надежности

Известный показатель	Формулы для определения неизвестных показателей			
	P(t)	Q(t)	a(t)	λ(t)
P(t)	----	1-P(t)	$-\frac{dP(t)}{dt}$	$-\frac{1}{P(t)}\frac{dP(t)}{dt}$
Q(t)	1-Q(t)	----	$\frac{dQ(t)}{dt}$	$\frac{1}{1-Q(t)}\frac{dQ(t)}{dt}$
a(t)	$\int_t^{\infty} a(x)dx$	$\int_0^t a(x)dx$	----	$\frac{a(t)}{\int_t^{\infty} a(x)dx}$
λ(t)	$\exp\left[-\int_0^t \lambda(x)dx\right]$	$1-\exp\left[-\int_0^t \lambda(x)dx\right]$	$\lambda(t)\exp\left[-\int_0^t \lambda(x)dx\right]$	----

Формула для определения средней наработки на отказ для экспоненциального закона принимает вид

$$\grave{O} = 1/\lambda \qquad (2.42)$$

Для статистической оценки величины T применяется формула

$$\grave{O} = \sum_{i=1}^{N(0)} t_i / N(0) \qquad (2.43)$$

где t_i, – время безотказной работы i-го элемента (объекта).

Если рассматривается один часто выходящий из строя элемент, то в формуле (3.21) под t_i, понимается время безотказной работы на i-м интервале времени, а под N(0) – число временных интервалов.

Для экспоненциального закона надежности средняя наработка элемента до первого отказа равна среднему времени безотказной работы между соседними отказами. Поскольку в период нормальной эксплуатации λ = const, то и T = const.

На рисунке 2.7 представлены в графической форме зависимости основных показателей надежности от времени при экспоненциальном законе. Площадь заштрихованной области численно характеризует среднюю наработку на отказ.

Экспоненциальный закон хорошо описывает внезапные отказы, т.е. он справедлив для периода нормальной эксплуатации. Для описания изменений

показателей надежности в начальный период эксплуатации и при старении и износе элементов в теории надежности используются другие законы распределения [4].

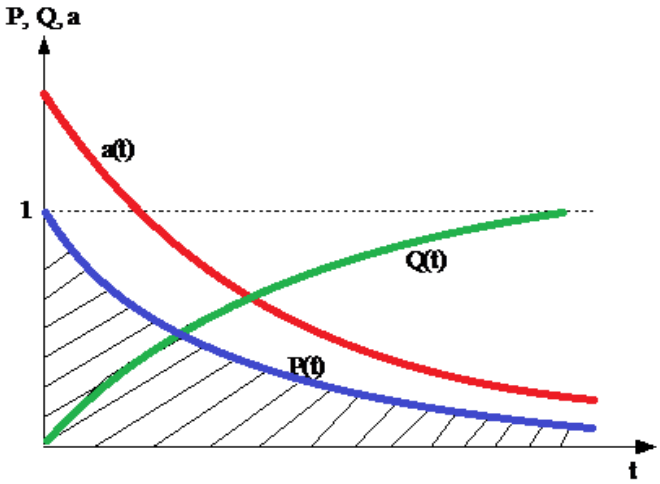


Рисунок 2.7 – Зависимость основных показателей надежности

Определим для сети MPLS Ethernet следующие показатели надежности:
- вероятности безотказной работы. Появления отказа и частоту отказов для момента времени t=6 месяцев;
- среднюю наработку на отказ. Интенсивность отказов λ= 0,035 год$^{-1}$.

Численные показатели надежности:

$$P(0{,}5) = \exp(-0{,}035 \cdot 0{,}5) = 0{,}9827,$$

$$Q(0{,}5) = 1 - \exp(-0{,}035 \cdot 0{,}5) = 0{,}0173,$$

$$a(0{,}5) = \lambda p(0{,}5) = 0{,}035 \cdot 0{,}9827 = 0{,}03439.$$

2.5 Расчет длины регенерационного участка

Для цифровых систем передачи в регенераторах сигнал полностью восстанавливается, поэтому над дальностью связи понимается лишь длина регенерационного участка (РУ).

По мере распространения оптического сигнала по световоду снижается уровень мощности сигнала и увеличивается дисперсия. При заданных параметрах регенераторов и оконечных устройств максимальная длина регенерационного участка определяется затуханием и дисперсией. Затухание ограничивает расстояние по потерям в линейном тракте, а дисперсия, приводящая к уширению импульсов, приводит к возникновению кодовых ошибок на приеме и снижению качества передаваемой информации. Таким образом, при определении длины регенерационного участка необходимо выполнить два расчета:

- расчет длины РУ по дисперсии;
- расчет длины РУ по затуханию.

Длина регенерационного участка по затуханию равна:

$$l_{уу} = \frac{Q - M + \alpha_{нс} - 2\alpha_{рс}}{\alpha_{нс} + \alpha \cdot L_{стр}} \cdot L_{стр}, \qquad (2.44)$$

где Q – энергетический потенциал аппаратуры, дБ;

M – системный запас ВОСП, 4 дБ;

$\alpha_{нс}$ - потери в неразъемных соединениях, 0,1 дБ;

$\alpha_{рс}$ - потери в разъемных соединениях, 0,5 дБ;

α - коэффициент ослабления оптического волокна, 0,22 дБ/км;

$L_{стр}$ - строительная длина кабеля, 4 км.

Энергетический потенциал аппаратуры определяется максимально возможными уровнями сигнала на передающем и приемном конце:

$$\mathrm{Q} = (\mathrm{P}_{\text{пер}\max}) + (\mathrm{P}_{\text{пр}\min}) \quad , \qquad (2.45)$$

Определим энергетический потенциал аппаратуры по формуле (2.45):

$\mathrm{Q} = 20 + 35 = 55$ дб

3 Бизнес план

3.1 Резюме

DWDM - очевидное решение для большого DPCS, где нехватка волокон фетровая. Ибо введение этой новой технологии будет нас используют достаточно два непонятно волокна, для передачи и приема, в исследовании, что мы получим дополнительный доход. Больше всего перспективной технологии, которые позволяют создавать, гибкий разветвился оптические сети с практически неограниченными возможностями прироста бара key-in, - технология wave мультиплексирования DWDMй.

Для осуществления проекта волоконно-оптической линии связи протяженностью 2400 км необходимы следующие расходы, указанные в таблице 3.1

Стоимость монтажно-инсталляционных работ составляет 5% от общей стоимости оборудования, то есть 2300 у.е. или 315,1 тыс. тенге.

Транспортные расходы составят, 7% от общей стоимости оборудования, то есть 3220 у.е. или 441,14 тыс. тенге.

Также возьмем 2% от общей стоимости оборудования на непредвиденные расходы, что составит 920 у.е. или 126,04 тыс. тенге.

Капиталовложения предприятия в создании своей локальной сети будут являться суммой стоимости оборудования, монтажно-инсталляционных работ, транспортных и непредвиденных расходов, что составит 52440 у.е. или 7184,28 тыс. тенге.

3.2 Цели и задачи

Основа технического преобразования отрасли — строительство Национальной информационной супермагистрали (НИС). По планам к2015

г. Карагайлы ,национальный сеть тк протяженностью 10 тыс. км охватит все регионы Казахстана и свяжет республику с Европой, Китаем, Японией и Юго-Восточной Азией. Новая магистраль, помимо решения внутренних технологических проблем организации современных сетей, расширит внешние контакты, а потоки транзитного международного трафика существенно пополнят казну государства.

Исходя из этого, очевидно, что увеличится поток информации, что приведет к потребности увеличению пропускной способности. Как указывалось раньше, наиболее перспективной технологией для решения этой проблемы является технология волнового мультиплексирования.

3.3 Услуги

Эта технология передачи осуществляет компрессию в одном оптическом волокне нескольких оптических сигналов с различными длинами waves. Такая технология продвигает подъемную силу оптического волокна, но требует технические методы спеца, исключая переходные влияния сигналов различных длин waves друг на друга. Благодаря этому WDM есть bystrorazvivayuschayasya технология, для короткого интервала времени это имелось успех, чтобы продвигать вместимость волокна с 64 до 160 и больше

В настоящее время пропускная способность таких систем — до 2 Гбит/с. Еще один плюс таких технологий — это надежность передачи. Передача по оптоволокну не имеет недостатков электрической или радиопередачи сигнала. Отсутствуют помехи, которые могут повредить сигнал, и нет необходимости лицензировать использование радиочастоты.

3.4 Анализ рынка

Пользователями услуг которые предоставляет эта новая технология являются следующие категории предприятий:

- крупные и средние торговые центры, промышленные компании и корпорации;
- компании нефтегазовой/добывающей промышленности;
- офисы, представительства и предприятия иностранных фирм;
- бизнес-центры;
- конечные пользователи.

Конкуренция провайдеров телекоммуникационных услуг, помимо того что она стимулирует создание масштабируемой пропускной способности сети, выдвинула на передний план вопросы, связанные с экономическими аспектами создания и работы сетей. Чтобы оставаться конкурентоспособными, провайдеры услуг должны в максимально возможной степени снижать стоимость своих сетей и в то же время оказывать весь набор услуг, которых требует рынок. В результате этого они стараются снизить стоимость своих сете прежде всего посредством повышения эффективности использования полос пропускания, или увеличения той части пропускной способности сетей, которая готова к оказанию услуг. Кроме того, добиться значительного снижения стоимости сетей можно путем повышения эффективности их эксплуатации.

Оптимальная организация этих процессов обеспечивает эксплуатационную масштабируемость, которая будет востребована при росте сетей.

3.5 Финансовый план

Закупается оборудование мультиплексор DWDM германской фирмы Siemens WL8/16/ пропускная способность которого на 60480 номеров.

3.5.1 Расчет капитальных вложений

Расчет капитальных вложений включает в себя расчет стоимости станционных сооружений, транспортные и прочие услуги. Общая формула для расчета имеет такой вид:

$$K_{вл} = K_{об} + K_{тр} + K_{прочие} \quad (3.1)$$

где $K_{об}$ – капитальные затраты на станционное оборудование;

$K_{тр}$ – капитальные затраты за доставку оборудования;

$K_{м}$ – капитальные затраты на монтаж станции;

Затраты на закупку оборудования определяются из стоимости используемых мультиплексоров и от стоимости усилителей EDFA:

$$K_{об} = n \cdot H_n + m \cdot H_m, \quad (3.2)$$

где H_n – стоимость одного мультиплексора DWDM;

H_m – стоимость одного усилителя EDFA;

n – количество мультиплексоров;

m – количество усилителей.

$K_{об} = 2 \cdot 685 + 10 \cdot 548 = 8631$ тыс. тенге

Таблица 3.1 – Внедряемое оборудование

Наименование	Количество, шт	Цена, у.е.	Сумма, у.е.	Цена, тыс. тенге	Сумма, тыс. тенге
Мультиплексор WDM модели WL8/16/32	3	5000	15000	685,00	2055,00
Оптические усилители	12	4000	48000	548,00	6576,00
ИТОГО:		63000		8631	

За доставку оборудования 7% от капитальных затрат на станционное оборудование:

$$K_{тр} = 0{,}07 \cdot K_{об}, \quad (3.3)$$

$K_{тр.} = 0{,}07 \cdot 8631 = 604.17$ тыс.тенге

За непредвиденные расходы 2% от капитальных затрат на станционное оборудование:

$$K_{прочие} = 0{,}02 \cdot K_{об}, \quad (3.4)$$

$K_{прочие} = 0{,}02 \cdot 8631 = 172.62$ тыс.тенге

Общие капитальные вложения составят:

$K_{вл} = 8631 + 604.17 + 172.62 = 9407.79$ тыс.тенге

3.5.2 Расчет эксплуатационных расходов

В процессе обслуживания и предоставления услуг связи осуществляется деятельность, требующая расхода ресурсов предприятия. Сумма затрат за год и составит фактическую производственную себестоимость или величину годовых эксплутационных расходов. Эксплуатационные расходы на содержание оборудования телефонной станции, составят:

$$Э = Э_Н + M + A + З + O, \quad (3.5)$$

где $Э_Н$ – расходы на оплату производственной электроэнергии;

М – расходы на материалы, запасные части и текущий ремонт;

А – амортизационные отчисления;

З – фонд оплаты (основная и дополнительная заработная плата);

О – отчисления в социальный налог.

Затраты на электроэнергию рассчитываются по следующей формуле:

$$Э_Н = T \cdot P \cdot 365 \cdot 24, \quad (3.6)$$

где Т – тариф 1КВт*ч, тенге;

Р - потребляемая мощность.

Таблица 3.2 – Расход электроэнергии в год

Оборудование	Количество, шт.	Мощность, Вт
Мультиплексор WDM	3	100
Усилитель EDFA	12	25

Для мультиплексора:

$Ý_f = 3 \cdot 100 \cdot 21 \cdot 365 \cdot 24 = 55188$ тенге

Для усилителя:

$3*100*21*365*24 = 55188$ тенге

Общие затраты на электроэнергию:

$Э_Н$ = 55188+55188 = 110376 тенге

Расходы на запасные части, и текущий ремонт составляют 0,5% от капитальных вложений, отсюда:

$$M = 0.005 \cdot K_{вл} \quad (3.7)$$

$M = 0.005 \cdot 9407.79 = 47.039$ тыс.тенге

Амортизационные отчисления определяются на основе капитальных затрат и норм амортизационных отчислений для АТС.

$$A = \alpha_{атс} \cdot K_{вл}, \quad (3.8)$$

где a – норма амортизационного отчисления от среднегодовой стоимости основных производственных фондов, a = 25%;

Квл – среднегодовая стоимость основных фондов (капитальных вложений).

$$A = 0{,}25 \cdot 9407{,}79 = 2351{,}948$$ тыс.тенге

Фонд оплаты труда определяется как сумма оплаты труда всех работников за год:

$$З = 12 \cdot \sum (a_{i.cm} \cdot ш_{i,cm}), \qquad (3.9)$$

где $a_{i,cm}$ – месячная заработная плата одного работника определенной квалификации;

$ш_{i,cm}$ – станционный персонал, который определяется по «Типовым штатам станционного персонала»;

12 – коэффициент, который определяет затраты по труду за год.

Штат станционного персонала приведен в таблице 4.3. Там же указаны данные по числу и среднему окладу работников всех специальностей необходимых для обслуживания АТС. Заработная плата сотрудников приведена с учетом отчислений в пенсионный фонд в размере 10% от фонда оплаты труда.

$$З = 12 \cdot 130 = 1560$$ тыс.тенге

Таблица 3.3 – Заработная плата сотрудников

	Должность	Ставка зарплаты, тенге/мес.	Ставка зарплаты, у.е./мес.
	Руководитель группы	50000	365
	Главный инженер	45000	328
	Инженер	35000	255

Отчисления в социальный налог берутся в размере 11% от фонда оплаты труда.

$$O = 0.11 \cdot (Ç - 0.10), \qquad (3.10)$$

$$O = 0{,}11 \cdot (1560 - 0.10) = 171{,}589$$ тыс.тенге

Эксплуатационные расходы равны:

$$Ý = 26.280 + 47.039 + 2351.948 + 1560 + 171{,}589 = 4297.241$$ тыс.тенге

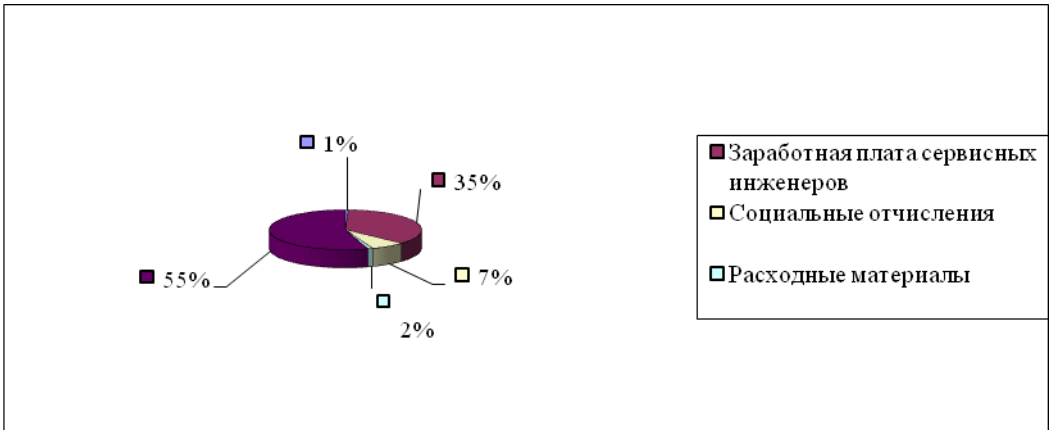


Рисунок 3.1 – Структура эксплуатационных расходов

Таблица 3.4 – Эксплуатационные расходы

Наименование статей расходов	Значение за год, тенге
1 Расходы на оплату труда.	1560000
2 Отчисления на социальные нужды	311974
3 Амортизационные отчисления	2351948
4 Материальные затраты:	
- на оплату электроэнергии	26280
- на материалы и запасные части	47039
Итого по материальным затратам	73319
Всего:	4297241

3.5.3 Расчет суммы собственных доходов

Доходы до внедрения новой технологии по видам услуг приведены в таблице 3.5, а ежемесячные доходы отображены в таблица 3.6. Данные в таблице приведены с поправочным коэффициентом.

Таблица3.5 – Доходы по услугам

ММТС всего, тенге	303 739 715
ММТС разговоры и передача факса, тенге	301 125 748
ММТС сдача в аренду телеф.канала, тенге	1 963 301
ММТС кан для орг. групп, тенге	96 150
ММТС прочие доходы, тенге	554 516
Сеть передачи данных, тенге	8 645 935
Казахстан, тенге	698 450
Зона Интернет, тенге	7 947 485

Таблица 3.5 – Ежемесячный доход за 2015 год

Период по месяцам	Доходы начисленные без НДС, тыс.тенге
январь	24953
февраль	25555
март	25813
апрель	25604
май	25734
июнь	25580
июль	26010
август	26199
сентябрь	25377
октябрь	26854
ноябрь	27248
декабрь	27459
всего	312386

Расчёт тарифных доходов производится на рост объёма услуг связи и средних доходных такс по видам услуг связи. В связи применением мультиплексоров WDM увеличивается пропускная способность систем передач и скорость передачи информации. На основании указанных показателей улучшения качества связи прогнозируется по данному направлению:

Доходы от основной деятельности – это доходы, вырученные от реализации услуг связи по действующим тарифам.

ΔДосн=Q·Цок·k (3.11)

где Q – количество каналов, сдаваемых в аренду, 8 каналов.

Цок – цена одного канала в час (0,75 у.е.– 103 тг).

k– количество часов в год, (8760 час)

Тогда подставляя данные в формулу (4.11) находим Досн

ΔДосн=8 · 103 · 8760 =7218,240 тыс.тенге

Определяем общий доход после внедрения новой технологии.

$Д = Д_{до} + ΔД = 312386 + 2044,69 = 314430,69$ тыс.тенге (3.12)

Тогда чистый доход от хозяйственной деятельности равен:

ΔЧДосн=Досн – Эр, (3.13)

где Эр – эксплуатационных расходы

ΔЧДосн=7218,240 –4297,241 = 2920,999 тыс.тенге

Подоходный налог с юридических лиц составляет 20% от чистого дохода

ΔНп = ΔЧДосн· 0,2 = 2920,999· 0,2 = 584,1998 тыс. тенге (3.14)

Чистый доход после налогообложения

ΔЧД = ΔЧДосн – ΔНп =2920,999–584,1998 = 2336,80 тыс. т. (3.15)

Нормативный коэффициент абсолютной экономической эффективности равен:

$E=\Delta ЧДосн/Квл=2920,999/9407,79=0,33$ (3.16)

Рентабельность определяется отношением ЧД к Эр:

$P=(\Delta ЧД/Эр)\cdot 100\%$ (3.17)

$P=(2044,69/4297,241)\cdot 100\%= 48\ \%$

Срок окупаемости:

$T=Квл/ЧДосн=9707,79/2920,999=3,3$ года (3.18)

Нормативный коэффициент с дисконтированием равен:

$ЧД_i=ЧДосн/(1+r_1)^t$, (3.19)

где $ЧД_i$ –чистый доход после i-той эксплуатации оборудования;

r_1 – ставка дисконтирования, r_1=14% годовых;

t – время дисконтирования.

$ЧД_1=ЧД_{осн}/(1+0,14)^1 = 2920,999/1,14 =2562,28$ тыс. тенге

$ЧП_2=ЧД_{осн}/(1+0,14)^2 = 2920,999/1,3 = 2246,92$ тыс. тенге

$ЧП_3=ЧД_{осн}/(1+0,14)^3 = 2920,999/1,5 = 1947,33$ тыс. тенге

Срок окупаемости с учетом дисконтирования:

$T=Квл/ЧДср=9707.79/2252.18=4.3$ года (3.20)

Таблица 3.5 - Основные технико-экономические показатели

Наименования показателей	Единица измерения	Всего
Протяженность магистрали связи	км	2400
Удельные капитальные затраты - на мультиплексоры WDM - на усилители EDFA	тыс. тенге	 2055,00 6576,00
Общие капитальные затраты	тыс. тенге	9407,79
Численность штата	шт. ед	3
Годовые эксплуатационные расходы: 1.Расходы на оплату труда. 2.Отчисления на социальные нужды 3.Амортизационные отчисления 4.Материальные затраты: - на оплату электроэнергии - на материалы и запасные части Итого по материальным затратам Итого	тыс. тенге	 1560 311,974 2351,948 26,280 47,039 73,319 4297,241
Доходы от основной деятельности	тыс. тенге	7218,240
Чистый доход от хозяйственной деятельности	тыс. тенге	2920,999
Подоходный налог с юридических лиц	тыс. тенге	876,2997
Чистый доход после налогообложения	тыс. тенге	2044,69
Нормативный коэффициент абсолютной экономической эффективности	%	33
Рентабельность	%	48
Срок окупаемости	года	3,3

4 Безопасность жизнедеятельности

4.1 Анализ условий труда оператора ЭВМ

В системах автоматизированного управления, где управленческие функции человека играют решающую роль, большое значение имеет форма представления информации на экране. От нее зависит объем информации, который может, воспринят оператором и правильно им интерпретирован. Поэтому определимся с правилами и требованиями к устройствам отображения информации.

Экран должен располагаться на расстоянии 400 х 800 мм от глаз в центре поля обзора.

При периодическом наблюдении за экраном рекомендуется располагать: экран справа, клавиатура — напротив правого плеча, документы — в центре угла обзора: при постоянной работе; экран в центре, документы слева.

Верхний край дисплея должен находиться на высоте 750 мм над поверхностью сидения кресла.

ВТ должен быть оборудован поворотной площадкой для перемещения в горизонтальной и вертикальной плоскостях в пределах 130 ± 220 мм и изменять угол наклона экрана на 10 ± 15^0.

Расстояние между клавиатурой и краем стола должно быть 60 мм. Высота клавиатуры в средней части не должна превышать 50 мм. Угол наклона 15^0.

Видеотерминальное устройство должно отвечать следующим техническим требованиям [15]:

– яркость свечения экрана не менее 100 кд/м^2;

– минимальный размер светящейся точки — не более 0,4 мм для монохромного дисплея и не более 0,6 мм — для цветного дисплея.

– количество точек на строке — не менее 640;

– низкочастотное дрожание изображения в диапазоне 0,5±1,0 Гц должно находиться в пределах 0,1 мм;

– экран должен иметь антибликерное покрытие;

– размер экрана должен быть не менее 31 см по диагонали, а высота символов на экране — не менее 3,8 мм, при этом расстояние от глаз оператора до экрана должно быть в пределах 40 — 80 см;

– клавиатура дисплея не должна быть жестко связана с монитором. Диаметр клавиши — в пределах 10-19 мм, сопротивление — 0,25-1,5 Н. Поверхность клавиши должна быть вогнутой, расстояние между ними — не менее 3 мм. Наклон клавиатуры должен находиться в пределах $10 - 15^0$.

Режим труда и отдыха должен зависеть от характера выполняемой работы: при вводе данных, редактировании программ, чтения информации с экрана, непрерывная продолжительность работы с ВТ не должна превышать 4 часов при 8-часовом рабочем дне, через каждый час работы необходимо

вводить перерыв на 5-10 минут, а через 2 часа - на 15 минут. Во время перерывов проводить комплексы физических упражнений для снятия умственного и мышечного утомления, упражнения для глаз.

Интенсивность работы — количество обрабатываемых знаков (символов) на ВТ не должно превышать 30 000 за 4 часа работы. К работам на ВТ должны допускаться операторы после прохождения медицинского осмотра при поступлении на работу и один раз в два года— периодически. Операторам, пользующимся очками при работе на ВТ, должны выдаваться очки, рассчитанные на расстояние 550 ± 700 мм. Ношение личных очков не допустимо. Операторы должны быть обеспечены халатами неярких расцветок из не электризующегося материала и тапочек.

Учитывая данные рекомендации для операторов интеллектуальных услуг, будет закуплено современное оборудование: мебель, отвечающая всем нормам и современные терминалы, отвечающие всем рекомендациям и требованиям, что позволит улучшить условия труда операторов, снизить утомляемость персонала, повысить производительность труда и сохранить здоровье. Для создания благоприятных условий труда учитываются психофизиологические особенности человека, а также общая гигиеническая обстановка. Важную роль играет планировка рабочего места, которая удовлетворяет требованиям удобства выполнения работ и экономии энергии и времени оператора, рационального использования производственных площадей и удобства обслуживания устройств. Наиболее удобным является сидение, имеющее выемку, соответствующее форме бедер, и наклон назад. Спинка стула — изогнутой формы, обнимающая поясницу. Длина ее 0,3 м, ширина 0,11 м, радиус изгиба 0,3-0,35 м.

Для успешного труда рационально организовывается окружающая среда, ограждающая работника от воздействия посторонних раздражителей. Иначе говоря, на рабочем месте должны также соблюдаться требования параметров микроклимата. Которые должны быть максимально приближены к оптимальным, но не выходить за рамки допустимых.

Во всех производственных помещениях ВЦ на постоянных рабочих местах параметры климата должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005-88. В цехах с работающей ВТ на рабочих местах оптимальные параметры микроклимата должны быть следующими: в холодные периоды года температура воздуха, скорость его движения и относительная влажность воздуха должны соответственно составлять: 22 $\pm 24^0$С, 0,1 м/сек, 60%. С точки зрения пожарной безопасности помещение операционного зала относится к категории В, так как в нем присутствуют несгораемые вещества и материалы в холодном состоянии; степень огнестойкости Ш — здание с несущими и ограждающими конструкциями из железобетона. Предел огнестойкости 1-2 часа.

Причинами пожаров в операционном зале, являются: искрение в оборудовании, теплота, выделяющаяся при перегрузках электрических сетей, машин и аппаратов, больших переходных сопротивлениях (наиболее часто

перегрузки возникают при токовых нагрузках, превышающих в течение длительного времени допустимые значения, а большие сопротивления — при плохих контактах) искры при коротких замыканиях — возникают при неправильном подборе и монтаже электросетей, износе, старении и повреждении изоляции электропроводов и оборудования; неисправность отопительных приборов и нарушение технологического процесса, в результате которого возможно выделение горючих газов, паров или пыли; применение разветвленных систем вентиляции и кондиционирования (поэтому кислород как главный окислитель процессов горения имеется в любой точке помещения в любое время).

Горючими компонентами являются строительные материалы для акустической и эстетической отделки помещения, оконные рамы, двери, полы с антистатистическим покрытием, мебель, изоляция поводов. Распространенным источником пожаров является нарушение правил пожарной безопасности. Во избежание этого во втором разделе приведем расчет и подбор необходимого числа огнетушителей. Производственная среда, являющаяся предметным окружением человека, сочетает в себе рациональное архитектурно-планировочное решение, оптимальные санитарно-гигиенические условия (микроклимат, освещение, отопление, вентиляция и другие), научно-обоснованную цветовую окраску и создание высокохудожественных интерьеров. Для определения необходимого помещения оценим все оборудование, которое должно располагаться в данном помещении.

Для обслуживания платформы в нормальном режиме необходимо содержать персонал в количестве: начальник отдела, главный инженер, инженеры 1 и 2 категории, системный администратор, программист, инженер — электронщик и 10 операторов — телефонистов, которые работают посменно. Выход в IN осуществляется автоматически, путем набора номера и через операторов. Работа операторов предполагается круглосуточная и связана с компьютером. Это может иметь и определенные отрицательные последствия, так как предъявляются повышенные требования к психофизическим возможностям человека — оператора — он отвечает за эффективность функционирования системы, в том числе и в экстремальных ситуациях. Кроме того, для операторской деятельности характерным является снижение двигательной активности в процессе труда, что может повлиять на здоровье работников. Так же оператор воспринимает и удерживает в памяти, перерабатывает и управляет состоянием системы, т.е. содержание трудовой деятельности составляют умственные, психические процессы – значительную по информации, принимает решение и активное восприятие, запоминание, мышление. Эргономический подход позволяет увязать возможности человека и машины, рационально распределить функции между ними как элементами единой системы при условии обеспечения требуемой работоспособности, здоровых и безопасных условий деятельности. Главные задачи оператора состоят в приеме и вводе

информации, наблюдении и корректировке подсчета задач на ЭВМ по программам и своевременном принятии мер при сбое или остановке машины, а также в получении информации и в выдаче результатов заказчику. Операторы подвергаются воздействию вредных и опасных факторов производственной среды: электромагнитных полей (радиочастот), статическому электричеству, шуму, недостаточно удовлетворительных метеорологических условий, недостаточной освещенности и психоэмоционального напряжения. Режим труда операторов организован в три смены по восемь часов. При круглосуточном сменном режиме труда перерывы дня приема пищи и кратковременного отдыха не регламентированы и входят в рабочее время.

При организации зала операторов следует учитывать следующие нормы и требования к планировки и размещению оборудования в вычислительных центрах. ВДТ должны располагаться при однорядном их размещении на расстоянии не менее одного метра от стен, рабочие места с дисплеями должны располагаться между собой на расстоянии не менее 1,5 метров; Площадь помещения для работников из расчета на одного человека следует предусматривать не менее 6,0 м и объем — не менее 20,5 м с учетом максимального числа одновременно работающих в смену.

На постоянных рабочих местах должны быть обеспечены микроклиматические параметры, уровни освещенности, шума и состояния воздушной среды, определенные действующими санитарными правилами и нормами. Одновременно в помещении находятся днем четыре оператора, начальник отдела, главный инженер, инженеры первой и второй категории, системный администратор, программист, инженер — электронщик, ночью – только три оператора. Для такого количества работающих необходима площадь рабочего помещения:

$$S_1=Q*6.0=12*6.0=72\ м^2 \qquad (4.1)$$

Площадь под саму платформу составляет 2,6 $м^2$, что вытекает из размеров самой платформы: длина 2 м, ширина 1,3 м и высота 2,5 м. Также в помещении необходимо предусмотреть большой стеллаж для документации и шкаф для верхней одежды рабочего персонала. Стеллаж для документации занимает площадь:

$$S_2=10*0.6=6м^2 \qquad (4.2)$$

Шкаф для личных вещей персонала:

$$S_3=5*0.6=3м^2 \qquad (4.3)$$

Кроме того, при организации рабочих мест операторов сети, надо учитывать о том, что рабочее место должно располагаться не менее одного метра от стен и окон, а при однорядном размещении вычислительной техники вдоль всего помещения эта площадь составляет:

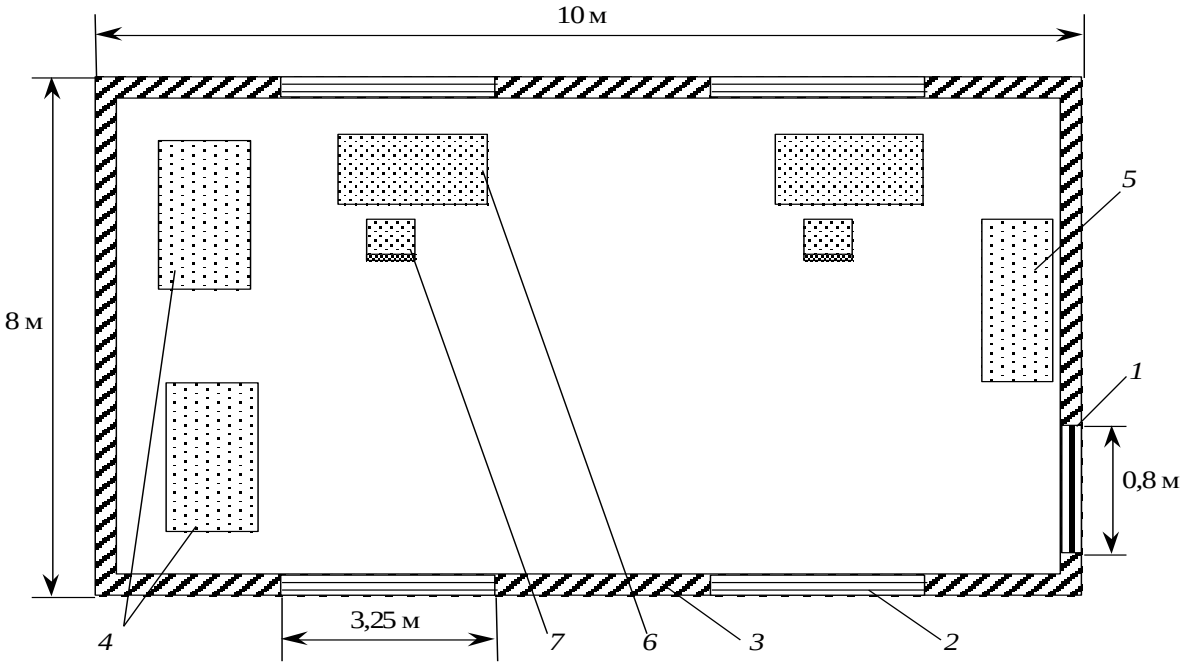
S_4=18*1=18м^2 (4.4)

Для начальства, начальника отдела и главного инженера, в помещении установлен сейф. Для инженера первой категории, в обязанности которого входит сбор и обработка статистики, установлен отдельный стеллаж под документацию, что составит:

S_5=0,5*0,3+0,5*0,8=0,55м^2 (4.5)

Также для работы персоналу необходимо свободное дополнительное пространство, для дополнительного комфорта: общего совещания, приема сотрудников других отделов или проверяющего начальства. Из всего следует, что помещение, предложенное для коммутаторного зала, вполне подходит: S=10*18=180м^2> S_1+ S_2+ S_3+ S_4+ S_5=102,15 м^2

На рисунке 4.1 покажем план размещения оборудования и персонала коммутаторного зала.



1- дверь; 2 – окно; 3 – стена; 4 – стойки; 5 – шкаф; 6 – стол; 7 – стул

Рисунок 4.1 – План помещения зала интеллектуальных услуг

4.2 Расчет эвакуационного освещения коммутаторного зала

Главной задачей современной светотехники является обеспечение комфортной световой среды для труда, а также повышение эффективности и масштаба применения свет в технологических процессах на основе рационального использования электрической энергии, расходуемой в осветительных устройствах и снижение затрат на их создание и

эксплуатацию. Не менее важной задачей является безопасная эвакуация людей.

Условия искусственною освещения на предприятиях оказывает большое влияние на зрительную работоспособность, физическое и моральное состояние людей, а следовательно, на производительность труда, качество продукции и производственный травматизм.

При размещении осветительных приборов должны быть учтены следующие основные условия: обеспечение безопасной эвакуации, создание нормируемой освещенности наиболее экономичным путем, соблюдение требований к качеству освещения; безопасный и удобный доступ для обслуживания; наименьшая протяженность и удобство монтажа групповой сети, надежность крепления.

Для искусственного освещения помещений рабочих мест операторов используют преимущественно люминесцентные лампы, у которых высокая световая отдача (до 15 им/Вт и более), продолжительный срок службы (до 10000 часов), малая яркость светящейся поверхности, близкий к естественному спектральный состав излучающего света, что обеспечивает хорошую светопередачу.

Наиболее подходящие к применению являются лампы люминесцентные ЛБ (белого цвета) и ЛТБ (тепло-белого цвета) мощностью 20,40 или 80 Вт.

Для исключения возможности засветки экранов дисплеев прямыми световыми потоками светильники общего освещения рекомендуется располагать сбоку от рабочего места, параллельно линии зрения оператора и стене с окнами. Так как такое размещение светильников позволяет производить их последовательно включение в зависимости от величины естественной освещенности и исключает раздражение глаз чередующимися полосами света и тени, возникающее при поперечном расположении светильников.

Для освещения операторского зала предусмотрены светильники типа УСП-35 с двумя люминесцентными лампами ЛТБ-40. Учитывая, что в помещении потолок, и стены свежепобелены и затенения рабочих мест нет, коэффициенты отражения светового потока:

- от потолка $p_{пот}$ = 80%;
- от стен $p_{ст}$ = 40%;
- от пола $p_{пол}$ — 30%.

Для рабочих мест операторов уровень рабочей поверхности составляет 0,8м от пола. Тогда высота подвеса ламп над рабочей поверхностью будет равна:

h =H - 0,8=3,2-0,8=2,4

У светильников УПС-35 отношение

$$\lambda = \frac{L}{h} = 1.4,$$

отсюда расстояние между рядами светильников:

L=λxh=1.4x2,4=3,36 м

Располагаем светильник вдоль длины помещения. Расстояние между стенами и крайними рядами светильников принимаем равным:

Z=(0,3-0,5)xL. (4.6)

При ширине залы B=10м имеем число рядов светильников:

n=B/L=10/3,36=3.

Для персонала, работающего с дисплеями и ЭВМ установленная норма освещенности

Ен=400 лк.

С учетом $e_{пот}$, $e_{ст}$, $e_{пола}$ и индекса помещения:

$$I = \frac{A*B}{n}(A+B) \qquad (4.7)$$

$$I = \frac{18*10}{2.4}(18+10) = 2.6$$

Номинальный световой поток лампы ЛТБ-40 $\Phi_л$ =3000лм $_t$ тогда световой поток, излучаемый светильником, составит:

$\Phi_{св}$=2*3000=6000лм.

Определим необходимое число светильников в ряду по следующей формуле:

$$N = \frac{E_у \cdot K_з \cdot S \cdot Z}{n \cdot \Phi_{св} \cdot \eta_1}, \qquad (4.8)$$

где $K_з$ – коэффициент запаса, учитывающий запыление и износ источников света в процессе эксплуатации, составляет -1,5;

Z - коэффициент неравномерности освещения - 1,15

$$N = \frac{400 \cdot 1{,}5 \cdot 180 \cdot 1{,}15}{3 \cdot 6000 \cdot 0{,}73} = 10 шт$$

При длине одного светильника типа УСП-35 с лампами ЛТБ-40 $e_{св}$=1,214м, их общая длина составит:

N* $e_{св}$ =1,214x10=12,14 м.

То есть при длине зала 18м размещаем в одном ряду 10 светильников с расстоянием между ними 0,77 м.

Всего для создания нормируемой освещенности в 400лк необходимо 30 светильников типа УСП-35 с люминесцентными лампами ЛТБ с мощностью 40 Вт. На рисунке 8.2 покажем расположение ламп в помещении. Проверку данного расчета произведем точечным методом. Линейные размеры

излучателей равны в данном случае 1,214м и превышают 0,5 высоты установки. В данном случае они рассматриваются как светящиеся линии (охрана труда в вычислительных центрах).

Кривые линии изолюкс построены в координатной системе:

$(P^l\text{-}L^l)$, (4.9)

где $P^l = P/L$; $L^l = L/h$,
где L — общая длина светящихся линий;
P=l,5; h=2,2; L =36,42x12,14x3;

P^1=15/2,4=0,63;

L^l =36,42/2,4=15.

Для обеспечения в данной точке заданной освещенности $E_н$, необходимо иметь удельный световой поток Ф. Световой поток в каждом светильнике определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{1000 E_н \cdot K_з}{\mu \cdot \sum E_y} / r_3 \qquad (4.10)$$

где μ - коэффициент, учитывающий отражение составляющих света и действие удаленных светильников и составляет 1,1-1,2.

$\sum E_y$ – суммарная условная освещенность в контрольной точке (выбираются точки, где $\sum E_y$ имеет наименьшее значение) $\sum E_y$ =40x2=80;

E_y - определяется по графику пространственных изолюкс.

$$\Phi = \frac{1000 \cdot 400 \cdot 1{,}5}{1{,}2 \cdot 80} = 6250 лм$$

Необходимый световой поток ламп каждого светильника не должен отличаться от требуемого в пределах (-10. . .+20%).

В данном случае данное условие соблюдается, следовательно, расчет верен.

Для обеспечения безопасной эвакуации должно соблюдаться условие

$$E_{эвак} = 0{,}05 E_{норм}$$

Тогда количество эвакуационных светильников составит:

$$N_{эвак} = \frac{0{,}05 \cdot 400 \cdot 1{,}5}{2 \cdot 3000 \cdot 0{,}73} = 1{,}5 \approx 2 \text{ светильника}$$

На рисунке 4.2 указаны светильники эвакуационного освещения

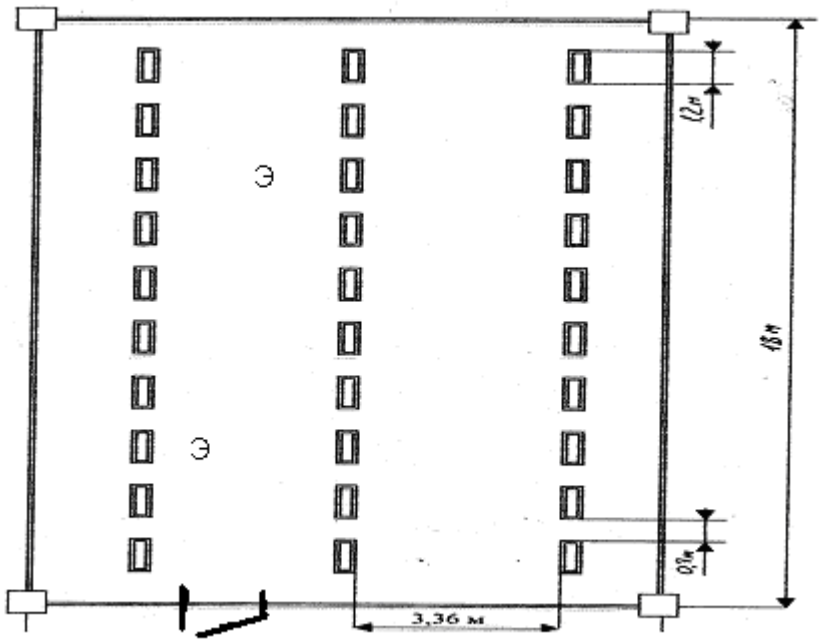


Рисунок 4.2 – План расположения ламп искусственного освещения в коммутаторном зале интеллектуальных услуг

4.3 Анализ поражения электрическим током

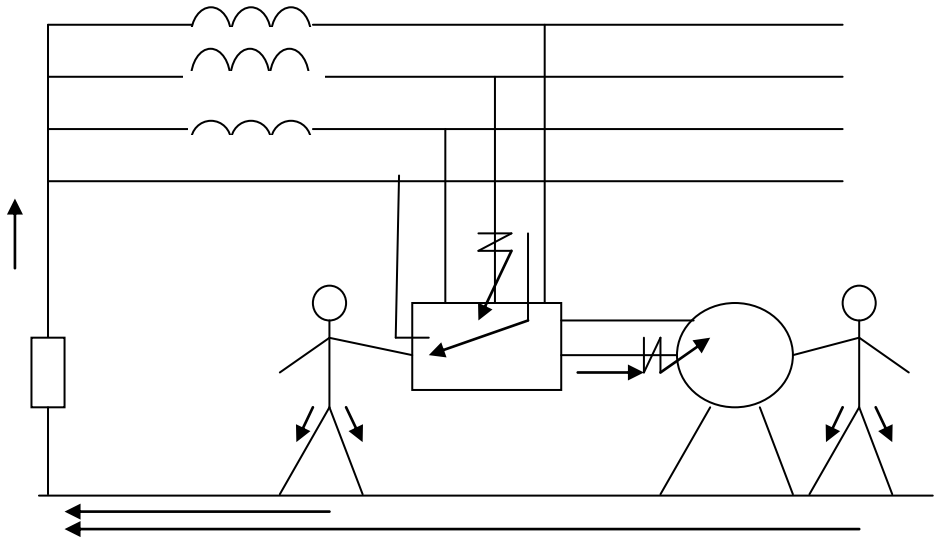


Рисунок 4.3 – Опасность поражения электрическим током

Для анализа опасности поражения электрическим током определяется величина тока I_h протекающего через человека или напряжение $U_{пр}$ пробоя.

Для выбранной нами системы электропривода вентилятора, состоящей из тиристорного преобразователя и двигателя, необходимо рассмотреть два

возможных случая поражения электрическим током при касании металлических токоведущих частей.

1) Человек касается двигателя постоянного тока за его корпус, находящийся под напряжением выпрямленным 220 В.

Значит, протекающий ток

$$I_h = \frac{U}{R_h + r_0}, \qquad (4.11)$$

где R_h=*1000 Ом* - сопротивление человека

r_0=*4 Ом*

$$I_h = \frac{220}{1000+4} = 219\,мА$$

а напряжение $U_{пр}$:

$$U_{пр} = \frac{U \cdot R_h}{R_h + r_0} = 219\,В$$

Допустимые значения для выпрямленного тока и напряжения составляют

$U_{пр}$ =*8В* I_h=*1 мА*

Из этого требования следует, что величина тока смертельна для человека. поэтому необходимо выполнить меры защиты для работы в электроустановках, находящихся под напряжением.

Для защиты достаточно надежно соединить корпус двигателя с землей посредством заземлителя, имеющего малое сопротивление заземления

2) Человек касается корпуса преобразователя, находящегося под напряжением. Происходит однофазное короткое замыкание. При этом ток будет

$$I_h = \frac{U_Ф}{R_h + r_0} = \frac{220}{1000+4} = 219\,мА$$

Допустимое значение переменного тока и напряжения , неопасные для человека составляют :

$U_{пр}$ =*2В* I_h=*0,3 мА*

При сравнении с полученным выше результатом видно, что полученная величина тока смертельна.

Так как у нас сеть с глухозаземленной нейтралью, то заземление неэффективно, т.к. ток глухого замыкания на землю зависит от сопротивления заземления. Можно обеспечить безопасность, уменьшив длительность режима замыкания на корпус. Это достигается занулением.

При замыкании срабатывает максимальная токовая защита, которая селективно отключает поврежденный участок сети. Расчет зануления сводится к определению сечения нулевого провода, удовлетворяющего условию срабатывания МТЗ. Уставка защиты определяется мощностью подключаемой электроустановки. Согласно требованиям ПУЭ ток не должен превышать вставку защиты. Расчетная схема зануления на рисунке 5.4.

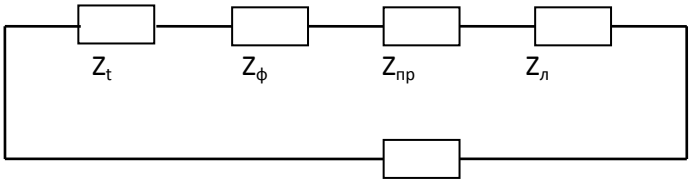


Рисунок 5.4 - Расчетная схема зануления

Определяем сопротивление фазного и нулевого защитных проводников на участке *l =0,022* По формуле:

$$R_{\Phi} = \rho \frac{l}{S}, \qquad (4.12)$$

где ρ= 0,018- удельное сопротивление меди.

$R_{\Phi} = 0{,}018 \frac{22}{6} = 66 \cdot 10^{-3}$ *Ом = 0,066 Ом*

Для медных проводов $X_{ф}$=0

Определяемая плотность тока

$J = \frac{I_k}{S} = \frac{21{,}6}{20 \cdot 4} = 0{,}5$ *А/мм*^{2}

Для *20х4* и *J=0,5 А/мм*^{2} по таблице 5.2 определим

r_w=5,24 *Ом/км*

Rкз = $r_w \cdot l$=5,24 · 0,022 = 0,116 *Ом*

Индуктивное сопротивление по таблице 5.2

x_w= 3,14

$X_{кз} = x_w \cdot l$=3,14 · 0,022 = 0,069 *Ом*

Индуктивное сопротивление петли фаза-ноль для 1 км

$X_п$= 0,6 *Ом/км* , тогда для *l=0,022*

$X_п$= 0,6 · 0,022 = 0,0132 *Ом*

4.4 Обеспечение электробезопасности в автозале

Автозал относится к помещениям с повышенной опасностью. Персонал автозала подвергается опасности поражения электрическим током вследствие коротких замыканий сети, повреждения изоляции, перегрузок сети и т.д.

Поэтому предусматриваем меры защиты. Оборудование зала питается от сети с изолированной нейтралью напряжением 380/220В. В такой сети эффективной мерой защиты является заземление. Выбираем тип заземления – контурный. Автозал имеет следующие размеры: длина А=18м, ширина В=9м. Контур состоит из вертикальных электродов – стальных труб длиной $l_в$ = 3м, диаметром d=50мм, соединенных горизонтальной полосой длиной равной периметру контура:

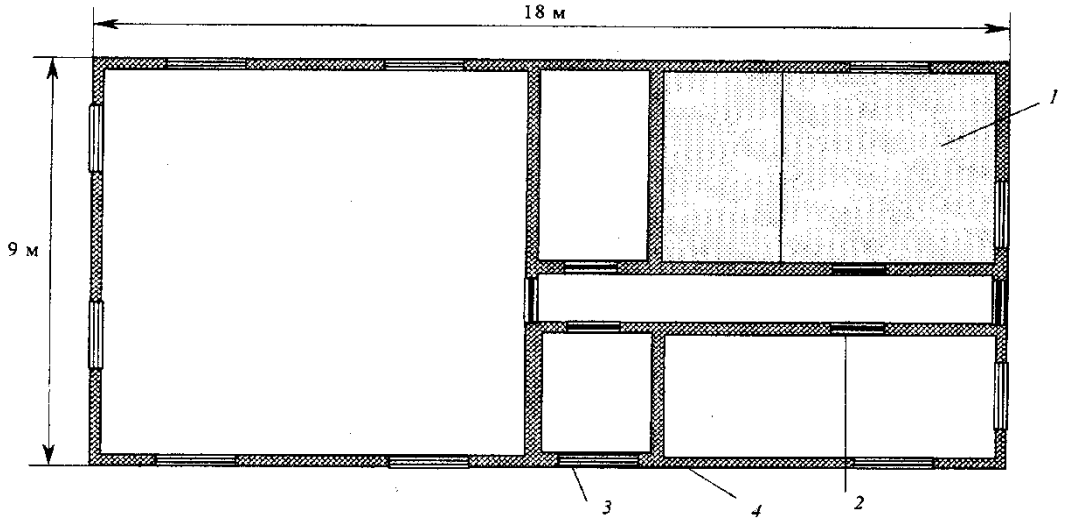
$$L_2 = P_k = (A + B) \cdot 2 \qquad (4.13)$$

Подставляя значения в формулу (4.13) находим:

$$L_2 = P_k = (18 + 9) \cdot 2 = 54м$$

В качестве горизонтального электрода применим стальную полосу сечением 40х4мм. Глубина заложения электродов в землю t_0=0,5м. Удельное сопротивление грунта Р=80Омм. В качестве естественного заземлителя применяется железобетонная арматура сопротивлением $R_c = 20Ом$. Ток замыкания на землю $I_з = 40A$.

План здания приведена на рисунке 4.5.



1- помещение зала; 2- дверь; 3-окно; 4-стена;

Рисунок 4.5 - План здания

Расчет производим по методу коэффициента использования.

Требуемое сопротивление растеканию заземлителя по ПУЭ:

$$R_3 = 125 / I_3, \qquad (4.14)$$

$$R_З = 125/40 = 3.125 Ом$$

Требуемое сопротивление неестественного заземлителя:

$$R_{тр} = (R_E \cdot R_З)/(R_E - R_З), \qquad (4.15)$$

$$R_{тр} = (20 \cdot 3.125)/(20 - 3.125) = 3.7 Ом$$

Число вертикальных электродов

$$n_в = P_к / a \qquad (4.16)$$

где а – расстояние между вертикальными заземлителями, применяется по условию $a/l_в$=1:2:3, в данном случае принимаем а=3м.

Подставляя значения в формулу (4.4), получим:

$$n_в = 54/3 = 18 шт$$

Определим расчетное удельное сопротивление грунта для вертикальных и горизонтальных электродов:

$$P_{расч.в} = K_c \cdot P \qquad (4.17)$$

где $К_с$ – коэффициент сезонности, учитывающий промерзание и высыхание грунта и зависящий от климатической зоны для Казахстана –

$$K_c = 1{,}4; K_c^{'} = 2{,}5 .$$

Подставляя значения в формулу (5.15) получим:

$$P_{расч.в} = 1{,}4 \cdot 80 = 112 Ом \cdot м$$

$$P_{расч.в} = 2{,}5 \cdot 80 = 200 Ом \cdot м$$

расчетное сопротивление растеканию электродов – вертикального $R_в$:

$$R_в = \frac{P_{расч.в}}{2\pi \cdot l_в}\left(\ln\frac{2l_в}{d} + \frac{1}{2}\ln\frac{4t+1}{4t-1}\right) \qquad (4.18\ )$$

$$R_в = \frac{112}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 3}\left(\ln\frac{2 \cdot 3}{0{,}5} + \frac{1}{2}\ln\frac{4 \cdot 2 + 3}{4 \cdot 2 - 3}\right) = 30{,}7 Ом$$

горизонтального электрода $R_г$:

$$R_г = \frac{P_{расч.г}}{2\pi \cdot L_г} \ln \frac{L_г^2}{dt} \qquad (4.19)$$

$$R_г = \frac{200}{2 \cdot 3.14 \cdot 160} \ln \frac{160^2}{0.5 \cdot 0.04 \cdot 0.5} = 3 \text{Ом}$$

Определим по таблице 3.2 и 3.3 [15] коэффициенты использования вертикального и горизонтального электродов:

$\eta_в = 0{,}44; \eta_г = 0{,}27$

Найдем сопротивление растеканию принятого группового заземлителя:

$$R_{гр} = (R_в \cdot R_г)/(R_в \cdot \eta_г + R_г \cdot n_в \cdot \eta_в), \qquad (4.20)$$

$$R_{гр} = (30.7 \cdot 3)/(30.7 \cdot 0.27 + 3 \cdot 18 \cdot 0.44) = 2.8 Ом$$

Расхождение между требуемым и расчетным сопротивлением заземлителя равно:

$\Delta R = R_{тр} - R_{гр} = 3{,}7 - 2{,}8 = 0{,}9 Ом$

На рисунке 4.6 показано устройство заземления. В качестве заземляющих проводников принимаем полосовую сталь сечением 48 мм^2.

1 - магистраль заземления (заземляющих проводников); 2-группа заземлителей (заземляющий контур); 3-корпуса электрооборудования;

4 - ответствляющие проводники, обеспечивающие присоединения корпусов электрооборудования к магистрали заземления

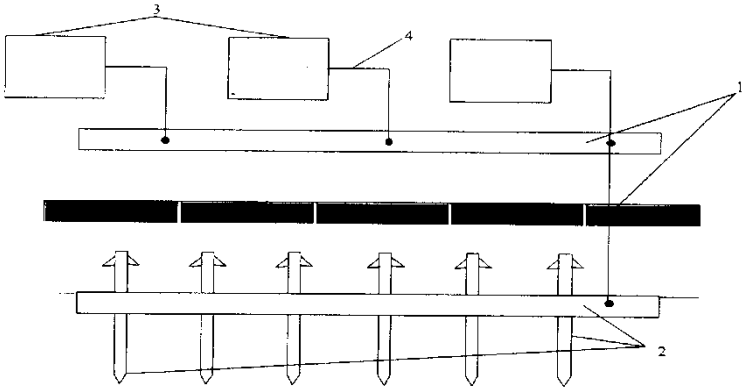


Рисунок 4.6 - Устройство заземления

Также в автозале предусматриваем дополнительные меры защиты, в частности, для предупреждения поражения электрическим током и защиты от атмосферного воздействия на противоположный конец отрезка шнура устанавливается концевая заглушка-колпачок. Колпачок изготовлен из прозрачного эластичного пластика, просто и надежно устанавливается на

нерабочий конец шнура и обеспечивает необходимую защиту. Прозрачный материал пропускает свет и делает совершенно незаметным установленный на шнуре защитный колпачок. В целях безопасности не рекомендуется оставлять конец шнура незаглушенным, токоведущие жилы расположены вдоль всего тела шнура и выходят на торцах (срезах) наружу, что может стать причиной поражения электротоком или короткого замыкания.

Заключение

Анализ тенденций развития мультисервисных мультипротокольных услуг, показывает: совместное использование двух протоколов – RSVP на уровне доступа и MPLS на уровне транспортной сети – позволяет предоставлять пользователям конвергентной сети гарантированное качество доставки информации.

Технология Ethernet в своем развитии перешагнула уровень локальных сетей. Она избавилась от коллизий, получила полный дуплекс и гигабитные скорости.

Рост числа и ассортимента предоставляемых услуг приводит к возрастанию объема трафика данных, с одновременным «перетеканием» голосового и видео трафиков в трафик данных. Использование технологий пакетной передачи информации является основной тенденцией развития мультисервисных телекоммуникационных систем;

Конвергенция услуг приводит к интеграции широкого спектра голосовых услуг в сетях IP, Frame Relay, ATM; передачи видео и мультимедиа; обслуживание клиентов через Интернет включая все виды электронной коммерции, хостинг, Call — центры;

Основная сложность при передаче данных через сети SDH заключалась в том, что пакетную информацию необходимо упаковать в виртуальные контейнеры, предназначенные для передачи TDM-трафика.

Оптимальным выходом из сложившейся ситуации явилось создание концепции сетей SDH нового поколения, получившего название NGN SDH.

Также не будем забывать, что наследуемые услуги и наследуемая транспортная инфраструктура (как правило, TDM транспорт на основе SDH) никуда в одночасье не исчезнет, и будет сосуществовать с развивающейся инфраструктурой Ethernet/IP еще долгое время.

DWDM, в данном случае, - основа для интеграции, наследованной и новой транспортной инфраструктур.

Критерии оценки DWDM систем при ее выборе оператором - простота, гибкость, надежность и цена (которая приобретает особую актуальность сейчас во времена экономических трудностей).

Конвергенция сетей связи приводит к увеличению их пропускной способности, мультипротокольности, экономической функциональности, гибридному характеру современных телекоммуникационных систем связи и сетей, их многосредному характеру.

Анализ качества пакетной передачи голосовой информации, видео и данных показал, что должны оцениваться следующие параметры: а) для трафика голоса и видео: вероятность потери пакета и скорость передачи пакетов, средняя величина времени запаздывания речевых и видео пакетов; б) для трафика данных: задержка, скорость потери пакетов и скорость пакетов.

Оптимальное значение длины пакета слабо зависит от способа формирования полного пакета при одинаковой вероятности поступления пакета и существенно зависит от вероятности поступления пакета при одинаковом числе абонентов и любом способе формирования пакета.

Оптимальная длина информационной части пакета возрастает с увеличением количества абонентов.

В качестве стека протоколов при работе с Интернет целесообразно применять IP/ Ethernet / FrameRelay/ TCP /RTP/ RSVP . При необходимости отдельным потребителям, как в исходящем так и в нисходящем каналах, может быть зарезервирована минимальная гарантированная скорость обмена CIR в групповом FR-канале.

Список литературы

1. Huynh D.,Kobayashi H.,Kuo F. Optimal Design of Mixed-Media Packet-Switching Networks: Roting and Capaciti Assignment. IEEE Trans.on Comm. 1977. Com.25.No.l p.158-168.

2. Иванова Т.И. Абонентские терминалы и компьютерная телефония.- М.: Эко-Трендз, 1999,- 240 с.

3. Халсалл Ф. Передача данных, сети компьютеров и взаимосвязь открытых систем: Пер.с англ.- М.:Радио и связь, 1995,- 408 стр.

4. Chen J.H. High quality 16 Kbit/s speech coding with a one-way delay less than 2 ms. Proc.of ICASSP,453-456,1990.

5. Куперман М.Б.,Лясковский Ю.К. Технологии и протоколы территориальных сетей связи. В сб.Корпоративные территориальные сети связи. Изд-во АО Информсвязь,1997 , стр. 13-19.

6. Каплан В.В.,Кузнецов С.Б. Построение сети передачи данных с интеграцией услуг на основе технологии Frame Relay. В сб. Корпоративные территориальные сети связи. Изд-во АО Информсвязь,1997 , стр. 42-48.

7. Баклашов Н. И., Китаева Н. Ж., Терехов Б. Д. “Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей Среды”, М., “Радио и связь”, 1989.

8. Гончаров Н. Р. “Охрана труда на предприятиях связи”, М., “Энергоиздат”, 1971.

9. Долин П. А. “Справочник по технике безопасности”, М., “Энергоиздат”, 1982.

10. Долбилина Е. В., Костюк Е. В., Курбатов В. А., Седов В. В. “Экология и безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие”/ МТУСИ - М., 1997.

11. Шелухин О.И., Лукьянцев Н.Ф. Цифровая обработка и передача речи. М., Радио и связь, 2000. С- 456

12. Градштейн И.С., Рыжик И.М. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. -М.: Физматгиз, 1962. 1041 с.

13. Прудников А.П., Брычков Ю.А., Маричев О.И. Интегралы и ряды. Дополнительные главы. М.: Наука,1986. - 800 с.

14.http://www.uran.donetsk.ua/~masters/2012/fkita/dolgachyov/diss/index.htm#lib

15. http://se-k750i.com/items/transportnaya-set-sdh.html

16. http://bibliofond.ru/view.aspx?id=598852

Приложение А
График зависимости коэффициента

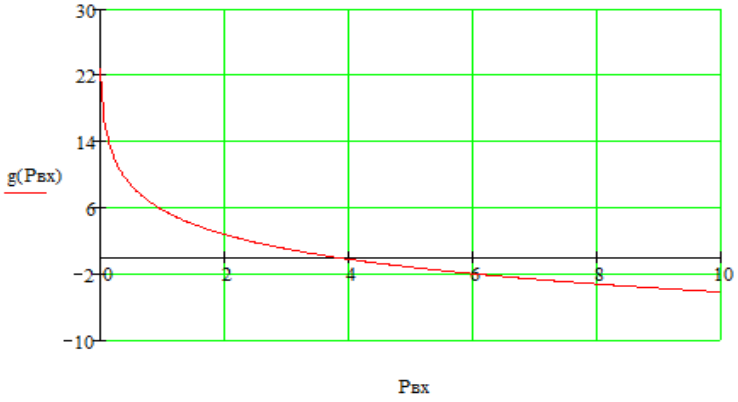


Рисунок А1 - График зависимости коэффициента усиления от изменения входной мощности(где P_{Sout} и P_{Sin} – мощности (полезных) сигналов на входе и входе усилителя)

Приложение В
Програмный комплекс MathCAD 2001

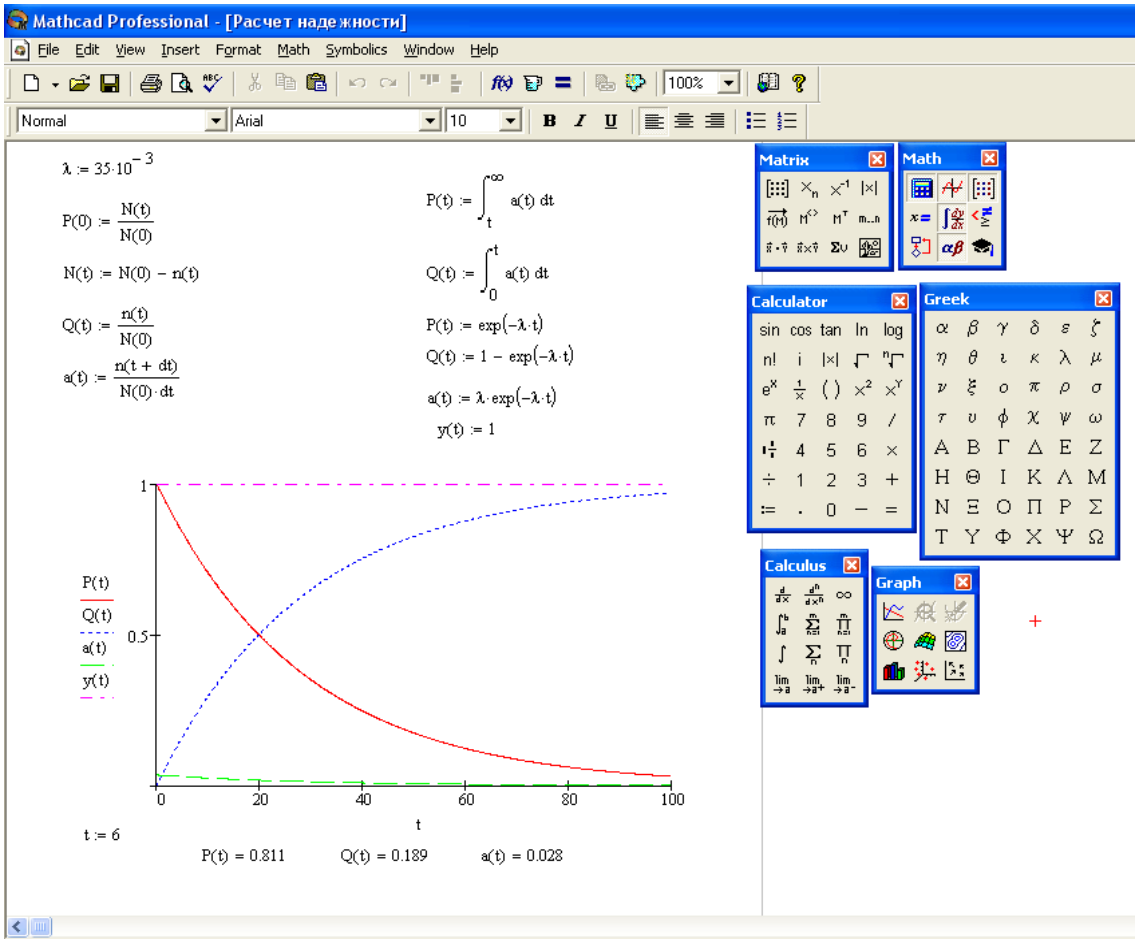


Рисунок В1- Расчеты произведем с использованием программного комплекса MathCAD 2001 Professional, представлено окна программного комплекса