МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

кафедра Автоматической электросвязи

«Допущен к защите»
Заведующий кафедрой АЭС
Чежимбаева К.С., к.т.н., доцент
(Ф.И.О., ученая степень, звание)
_____ «_____»_____20__ г.
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: "Организация транспортной сети на территории Республики Казахстан"

Специальность "Сети телекоммуникаций и коммутационные системы"

Выполнил (а) Кыдырбай Улан СССКу-10-2
(Фамилия и инициалы) группа

Научный руководитель Казанбасов Е.К
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)

Консультанты:
по экономической части:
Бабог А.А.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «03» июня 2014 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:
Маембаев С.Е. ст. препод.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «16» 06 2014 г.
(подпись)

по применению вычислительной техники:
Мухамеджанова А.Д.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «16» 06 2014 г.
(подпись)

Нормоконтролер: Калиева С.А., доцент
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «_____»_____20__г.
(подпись)

Рецензент: Сейтханов Д.С.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
_____ «_____»_____20__г.
(подпись)

Алматы 2014 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Факультет Заочного отделения и переподготовки специалистов
Специальность "Сети телекоммуникаций и коммутационные системы"
Кафедра Автоматической электросвязи

ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломного проекта

Студент Кыдырбай Ұлан
(фамилия, имя, отчество)
Тема проекта "Организация транспортной сети на территории Республики Казахстан"

утверждена приказом ректора № 115 от «24» сентября 2013 г.
Срок сдачи законченной работы «25» мая 2014 г.
Исходные данные к проекту требуемые параметры результатов проектирования (исследования) и исходные данные объекта
показатель преломления сердцевины: $n = 1{,}467$;
рабочая длина волны: $\lambda = 1{,}55$ мкм;
количество муфт (количество сростков): =47;
километрическое затухание в ОВ: = 0,24 дБ/км;
количество разъемных соединений: = 4;
потери на неразъемных соединениях (сростках): = 0,05 дБ;
потери на разъемных соединениях: = 0,2 дБ;
эксплуатационный запас для аппаратуры: = 3 дБ;
Перечень подлежащих разработке дипломного проекта вопросов или краткое содержание дипломного проекта:
1. Анализ телекоммуникационного рынка.
2. Общемировые экономические тенденции и развитие экономики Казахстана
3. Анализ телекоммуникационного рынка Казахстана.
4. Концепция развития магистральной транспортной ВОЛС.
5. Магистральная транспортная сеть. 6.Оборудование систем передач.
7. Применение оптических усилителей EFDA .
8. Расчет параметров ВОЛС3.
4. Расчет линии связи с учетом компенсации
9. Технико-экономическое обоснование проекта
10. Безопасность жизнедеятельности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Цель и задачи проекта.
2. Топология и архитектура транспортной сети.
3. Топология волоконно-оптической линии связи.
4. Архитектура транспортной сети.
5. Схемы DWDM мультиплексоров.
6. Применение оптических усилителей EDFA.
7. Система управления транспортной сетью.
8. Расчет числа каскадов линейных EDFA.

Рекомендуемая основная литература

1. Евдокименко Е. Магистральная технология XXI века//Электронная версия на сайте http://www.equant.ru/news/press03_3.html.
2. Жанг Р. Сетевые услуги нового поколения //LAN.-N2 12.-2001.-с.41-43.
3. Запечинков с.В., Милославская НТ., Толстой АИ. Основы построения виртуальных частных сетей: Учеб. Пособие для вузов. М.: Горячая линия ТелеКОМ, 2003. - 249с.
4. Кучерявый АЕ., Кучерявый Е.А., Харю Я. Качество обслуживания в сети Интернет // Электросвязь. - N2 1. - 2002. - с. 9-14.
5. Лагутин В.С., Костров В.О. Оценка характеристик пропускной способности мультисервисных пакетных сетей при реализации технологии разделения типов нагрузки // Электросвязь. - N2 3. - 2003. - с. 28-32.

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
БЖД	Молонбаев С.Е	23.04-16.06.	
Экономическая часть	Табыс А.А	29.05 - 03.06	
ВТ	Мухамедиянова А.Д	16.06.14.	
Тех. часть	Казанбасов Е.К	24.09.13-25.05.14	
Нормо контроль	Камева С.А	19.06.14	

Г Р А Ф И К
подготовки дипломного проекта

№ п/п	Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
1.	Анализ телекоммуникационного рынка		выполнено
2.	Общемировые экономические тенденции и развитие экономики Казахстана		выполнено
3.	Анализ телекоммуникационного рынка Казахстана.		выполнено
4.	Концепция развития магистральной транспортной ВОЛС.		выполнено
5.	Магистральная транспортная сеть. Оборудование систем передач.		выполнено
6.	Применение оптических усилителей EFDA		выполнено
7.	Расчет параметров ВОЛС3.		выполнено
			выполнено
8.	Расчет линии связи с учетом компенсации		выполнено
9.	Технико-экономическое обоснование проекта		выполнено
10.	Безопасность жизнедеятельности		выполнено

Дата выдачи задания «24» октября 2018 г.

Заведующий кафедрой _____ Чежимбаева К.С.
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Руководитель _____ Казанбасов Е.К.
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Задание принял к исполнению
студент _____ Кыдырбай У.Т.
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Аңдатпа

Дипломдық жоба мәліметте Қазақстан республикасының аумағындағы өте жылдам оптикалық магистральсінің құрылысы сұрақтар қарап шыққан.

Волс құрылыс Қазақстан Қазақстан республикасының тұрғынының информатизациясының бағдарламасы және мәліметтің берілетін ағындарының сенімділігінің деңгейін тұрғызуға ұялатады байланыстың қызмет сапасының кепілдігі халықаралық Еуропа коридорының байланыс магистралдік сызығындағы шығуында жоғары деңгейлі және нақ сол қамтамасыз еткен дамыған, солқылдақ цифрларға көлік байланыс желісінің жасауының мақсаты бар телекоммуникацияларының саланың дамытуының маңызды кезеңдерінің бірі Ресей болып табылады - Қытай, Еуропа - тура жол бойынша Азия.

Сонымен бірге тіршілік әрекетінің қауіпсіздігінің сұрақтары қарап шыққан және жобаның бизнес-жоспары құралған.

Аннотация

В данном дипломном проекте рассмотрены вопросы строительство высокоскоростной оптической магистрали на территории Республики Казахстан.

Строительство ВОЛС является одним из важных этапов программы информатизации населения Республики Казахстан и развития отрасли телекоммуникаций с целью создания развитой, гибкой цифровой транспортной сети связи, которая предоставит возможность поднять уровень надежности передаваемых потоков информации на более высокий уровень и тем самым обеспечит гарантии качества услуг связи при выходе на магистральные линии связи международного коридора Европа – Россия – Казахстан – Китай, Европа - Азия по кратчайшему пути.

Также рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности и составлен бизнес-план проекта.

Содержание

Введение 9
1 Анализ телекоммуникационного рынка 10
1.1 Общемировые экономические тенденции и развитие экономики Казахстана 10
1.2 Современные тенденции развития мировой сферы телекоммуникаций - движение к глобализации 12
1.3 Внимание государства к отрасли телекоммуникаций 12
1.4 Анализ телекоммуникационного рынка Казахстана 13
1.5 Анализ основных секторов телекоммуникационного рынка 14
1.6 Магистральные сети АО «Казахтелеком» 15
1.7 Магистральные сети АО «Транстелеком» 17
1.8 Ценовая политика и перспективы 18
1.9 Цели проекта 20
1.10 Топология и архитектура транспортной сети 21
1.11 Эксплуатация и обслуживание транспортной сети 24
2 Концепция развития магистральной транспортной ВОЛС 27
2.1 Магистральная транспортная сеть 27
2.2 Волоконно-оптический кабель 28
2.3 Оборудование систем передач 30
2.4 Мультиплексоры DWDM 31
2.5 Оптические усилители 32
2.6 Применение оптических усилителей EFDA 33
2.7 Синхронизация в оптических транспортных сетях 34
2.8 Система управления транспортной сетью 38
3 Расчет параметров ВОЛС 40
3.1 Паспортные технические данные приемопередающего оборудования и ВОК 40
3.2. Расчет дисперсии ВОЛС 41
3.3 Расчет энергетического бюджета 43
3.4. Расчет линии связи с учетом компенсации дисперсии 43
3.5 Расчет числа каскадов линейных EDFA 45
3.6 Определения тактовой сетевой синхронизации 47
3.7 Порядок разработки схемы сети тактовой синхронизации 49
3.8 Оценка надежности оптического кабеля 51
4 Технико-экономическое обоснование проекта 54
4.1 Цель проекта 54
4.2 Маркетинговый план 55
4.3 Ценообразование 56
4.4 Политика в области качества 56
4.5 Финансовый план 57
5 Безопасность жизнедеятельности 63

5.1 Анализ условий труда в используемом помещении 63
5.2 Организация рабочего места оператора 65
5.3 Пожарная безопасность 66
5.4 Расчет системы освещения помещения 67
5.5 Расчет системы кондиционирования ЦУС 71
5.6 Расчет искусственного освещения офиса 72
5.7 Расчет защитного заземления 74
Список литературы 76
Приложение А 77

Введение

На текущий момент сеть АО «Казахтелеком» представляет собой совокупность магистральной цифровой сети связи, сети ATM, сети IP и сетей доступа, интегрированных в единую взаимоувязанную мультисервисную сеть.

Применяемое оборудование в совокупности с SDH-технологией реализуют надежную первичную транспортную сеть, за счет объединения узлов в кольцевые структуры. Высокая надежность сети обеспечивается резервированием ВОЛС по географически разнесенным маршрутам и налаженной системой эксплуатации линейно-кабельных сооружений. Созданная топология сети позволяет обеспечить резервирование связи в случае аварии на кабельных трассах.

Магистральная сеть связи АО «Казахтелеком» имеет протяженность более 40 тысяч километров и представляет собой единый технический комплекс, основу которого составляют: волоконно-оптический кабель, кабельные сооружения, каналообразующее оборудование, единая система контроля и управления, а также обеспечивающие системы электропитания, синхронизации и служебной связи. По масштабам развития сеть АО «Казахтелеком» значительно превосходит сети многих национальных операторов государств Центральной Азии, предоставляющих услуги связи операторам и абонентам сетей общего пользования. Магистральная сеть фактически охватывает всю территорию Республики Казахстан, имеет более 950 точек выделения ресурса, в том числе и потенциальные точки взаимодействия с операторами других государств, выполняя функции транснациональной сети связи.

В последнее время в мире наблюдается интенсивный рост потребности доступа к ресурсам глобальной сети Интернет, различным широкополосным IP-приложениям, таким как видеоконференции, аудио- и видео по запросу, телеобучение и т.д. На телекоммуникационном рынке Казахстана наблюдается устойчивая тенденция роста спроса на услуги аренды международных/междугородних каналов передачи данных, услуги построения корпоративных сетей с интеграцией услуг (данные, видео, голос) и гарантированным качеством обслуживания (QoS), постоянно увеличивается количество пользователей сети Интернет. Все вышеприведенные данные говорят о постоянном росте спроса на услуги передачи данных.

Анализ развития сети показывает, что наблюдается устойчивая тенденция роста пропускной способности сети. Это связано с развитием первичной сети, ростом клиентской базы, растущими требованиями клиентов к пропускной способности каналов и качеству предоставляемых услуг.

1 Анализ телекоммуникационного рынка

1.1 Общемировые экономические тенденции и развитие экономики Казахстана

Развитию телекоммуникационных систем в настоящее время в республике придается большое значение как важному фактору и условию интеграции в мировое сообщество. За последние пять лет телекоммуникационный рынок Казахстана зарекомендовал себя как один из наиболее быстрорастущих рынков, средние темпы ежегодного прироста которого составили 25%. В 2008 году рынок телекоммуникаций вырос на 22% и составил 382,8 млрд.тг. или около 3,2 млрд. долларов США. Этот показатель прироста выше показателя, наблюдавшегося в прошлом, когда рынок вырос только на 18%.

Основной причиной замедления роста телекоммуникационного рынка является значительное замедление темпов роста рынка сотовой связи в Казахстане, которая занимает 45% от общего объема рынка.

Инвестиционная привлекательность Казахстан является одной из самых привлекательных для иностранных инвестиций стран на постсоветском пространстве. Следующие основные факторы являются определяющими для инвесторов:

– выгодное географическое положение Казахстана;

– всемирный Банк и Международный Валютный Фонд признают экономику Казахстана, как одну из наиболее развивающихся стран в центральной Азии. Страна очень богата нефтегазовыми ресурсами (5-е место в мире);

– номинальный ВВП Республики Казахстан увеличился с 63,2 млрд. долларов США в 2005 году до более, чем 96,8млрд. долларов США в 2008 году;

– в 2008 году рынок телекоммуникаций вырос на 22% и составил 382,8 млрд.тг. или около 3,2 млрд.долларов США;

– к 2013 году, по прогнозам Правительства, планируется объем ВВП на душу населения порядка 13тыс. долларов США, в 2007 году данный показатель составлял 6,7 тыс. долларов США (на сайте Мин. экономики и бюдж. планирования РК).

– в ближайшие несколько лет Казахстан планирует вступить в ВТО;

– в 2010 году Казахстан будет председательствовать в ОБСЕ.

Ежегодный экономический рост страны в течение пяти последних лет составил в среднем около 10%. Доля Казахстана в совокупном объеме прямых иностранных инвестиций в экономику всего центральноазиатского региона составляет более 80%. Прямые иностранные инвестиции в экономику Казахстана превысили 70 млрд. долларов США.

Согласно данным, опубликованным на информационно-аналитическом портале Gazeta.kz каждый 4-й из 5 долларов от иностранных инвестиций, вложенных в страны Центральной Азии, приходится на долю Казахстана. По разным оценкам за годы независимости в экономику Казахстана из всех источников было направлено более чем 60 млрд. долларов США иностранного капитала. Поток зарубежных инвестиций с каждым годом растет, что обеспечивает рост и развитие экономики Казахстана. Примерно 55% иностранных инвестиций было направлено в добывающую промышленность, в частности, на разработку углеводородных месторождений. Далее следует обрабатывающая промышленность - 15,3%. Операции с недвижимым имуществом, аренда и услуги предприятиям получили 12,9% иностранного капитала, а металлургическая промышленность - 10,3%.

Неоспоримым лидером по привлечению в Казахстан иностранных инвестиций является США, на долю которых приходится около 40% от общего объема прямых инвестиций. Более десятка лет в Казахстане успешно работают такие компании, как «Chevron-Texaco», «Mobil», «АЭС», «Philip Morris» и другие. В Казахстане действуют 374 предприятия с участием американского капитала и 91 представительство компаний из США. Вложения американских компаний за последние годы составляют около 12 млрд. долларов США.

Вторым крупным донором казахстанской экономики является Великобритания, инвестировавшая примерно 14% от общего объема инвестиций.

Инвестиционная активность этих стран связана, в первую очередь, с развитием нефтегазового сектора. Далее следует Южная Корея - чуть менее 10%. Большая часть инвестиционных вложений компаний этой страны приходится на цветную металлургию, в частности, в медную отрасль. Несмотря на то, что в течение первого десятилетия независимости Казахстана доля итальянских компаний в общем объеме иностранных инвестиций не превышала 4-5%, за последние годы и итальянский бизнес в стране стал очень активным, во многом благодаря деятельности нефтяного концерна ENI. Хотя, ныне эта компания из-за разногласий по Кашагану переживает не самые лучшие времена.

Наряду с этими странами, в списке инвесторов, а их более 50-ти, значатся Япония, Голландия, Франция, Китай, а также Турция и Россия.

Стремительно увеличиваются доли акций китайских компаний в казахстанских предприятиях. Уже сейчас китайские компании контролируют месторождения Кенкияк и Жанажол, нефтедобывающее предприятие «СНПС-Актобемунайгаз», нефтяную компанию PetroKazakhstan, имеют 100% акций в предприятии, разрабатывающем месторождение Северные Бузачи. Все это в совокупности позволяет китайским компаниям контролировать порядка 30% объема добычи нефти Казахстана.

1.2 Современные тенденции развития мировой сферы телекоммуникаций - движение к глобализации

Создание глобального информационного пространства, ускорение процесса распространения новых технологий по всему миру, углубление международного разделения труда, скачок в развитии транснациональных производственных структур, совершенствование международной транспортной инфраструктуры и сокращение экономического расстояния между странами сформировали новую мировую экономику и новое геоэкономическое пространство, где постепенно размывается роль национальных границ.

Другая отличительная черта современного рынка телекоммуникаций - конвергенция сетевых технологий и решений. Решения проводной и беспроводной связи объединяются в общую инфраструктуру, обеспечивая единую платформу для предоставления услуг. На ее базе предоставляются услуги передачи данных, осуществляется доставка мультимедийного контента, голосовых потоков. По мнению экспертов, успех будет сопутствовать тем операторам, которые сумеют не опоздать с объединением своих инфраструктур и эксплуатационных бизнес-подразделений и первыми выйдут на рынок с соответствующими предложениями.

В настоящее время, компании, работающие на телекоммуникационном рынке, уделяют наибольшее внимание информационным технологиям и делают серьезные инвестиции в усовершенствование своих инфраструктур.

Вышесказанное определяет тенденции развития экономики Казахстана.

1.3 Внимание государства к отрасли телекоммуникаций

Телекоммуникации и информационные технологии являются наиболее развивающимися и перспективными индустриями в Казахстане.

В Казахстане принята Программа развития отрасли телекоммуникаций Республики Казахстан на 2006 — 2008 гг., (на официальном сайте АИС) целью которой является создание условий и механизмов развития отрасли телекоммуникаций Республики Казахстан, позволяющих создать информационно-технологические предпосылки для вхождения в число 50-ти наиболее конкурентоспособных стран мира к 2012 году.

В качестве основных задач в Программе указаны: совершенствование государственного регулирования отрасли телекоммуникаций, инновационно — технологическое развитие и обеспечение технической базы отрасли. Среди других задач: продолжение работ по развитию IP-телефонии, конверсии радиочастотного спектра, созданию условий для снижения тарифов на услуги междугородной и международной связи, использованию беспроводных систем, внедрению стандартов третьего и последующих поколений подвижной связи.

Внутри республики продолжается информатизация населения и госструктур. Рекордными темпами идет развитие сектора связи: в 2007 году количество абонентов мобильной связи достигло 10 млн. человек, а общие доходы предприятий связи составили 357,8 млрд. тенге (почти 3 млрд. долларов США), что на 29,8% больше, чем в 2006 году.

Правительство РК одобрило проект Программы снижения информационного неравенства. На ее реализацию планируется потратить порядка 11 млрд. тенге. Предполагается, что по итогам реализации данной программы уровень компьютерной грамотности населения составит 20,7%. По оценкам премьер-министра РК, на момент утверждения программы уровень компьютерной грамотности населения составляет «немногим более 2,7%». Параллельно стартовали два проекта «народный компьютер», целью которых является снижение цены персонального компьютера до 50 000 тенге или 350 долларов США соответственно, с целью большего охвата населения информационными технологиями и Интернетом.

Принята Программа развития е-правительства на 2008–2010 гг. Она характеризуется очень существенными средствами, выделяемыми на ее реализацию (16,5 млрд. тенге). Целью программы является обеспечение граждан и организаций быстрым и качественным доступом к государственным услугам и повышение эффективности функционирования госорганов путем широкого применения информационно-коммуникационных технологий.

Таким образом, инвестиционная политика иностранных государств на территории РК, мировые процессы глобализации, и активная поддержка государством рынка телекоммуникаций создают предпосылки для создания новых активов на рынке связи Казахстана, с привлечением иностранных инвесторов.

1.4 Анализ телекоммуникационного рынка Казахстана

Общий анализ рынка за период 1995-2013 гг. Развитию телекоммуникационных систем в настоящее время в республике придается большое значение как важному фактору и условию интеграции в мировое сообщество. За последние пять лет телекоммуникационный рынок Казахстана зарекомендовал себя как один из наиболее быстрорастущих рынков, средние темпы ежегодного прироста которого составили 25%. В 2008 году рынок телекоммуникаций вырос на 22% и составил 382,8 млрд. тенге или около 3,2 млрд.долларов США. Этот показатель прироста выше показателя, наблюдавшегося в прошлом, когда рынок вырос только на 18%. В ближайшие 3 года ожидается, что темпы роста рынка будут замедляться и к 2013 году составят 8%.

Основной причиной замедления роста телекоммуникационного рынка является значительное замедление темпов роста рынка сотовой связи в Казахстане, которая занимает 45% от общего объема рынка.

Динамика объёма доходов рынка телекоммуникационных услуг за 1995-2013 гг., млрд.тг., представлена на рисунке 1.1.

1.5 Анализ основных секторов телекоммуникационного рынка

Значительный вклад в рост рынка телекоммуникаций в 2008 году был сделан сектором мобильной связи. Позиции этого сектора в структуре телекоммуникационного рынка с каждым годом укрепляются. Так, если в 2004 году доля мобильной связи в общем объёме рынка составляла лишь 35%, то в 2008 году эта доля составила уже 45%. Однако следует отметить, что за последний год произошло замедление темпов прироста доходов от данного вида связи: в 2005 году рынок вырос на 53%, а в 2008 году – лишь на 6%. В денежном выражении объём рынка в 2008 году составил 171 млрд.тг или 1,4 млрд.долларов США.

Фиксированная связь – после сотовой связи это второй по значимости сектор телекоммуникационного рынка (21%), объём которого в 2008 году составил 81,3 млрд.тг или 676 млн.долларов США. За последние 4 года темпы прироста рынка упали с 13,6% до 3,9%, а доля этого сектора в общем объёме телекоммуникационного рынка значительно сократилась – с 38% до 21%.

В секторе фиксированной связи местная телефонная связь по уровню доходов занимает первую позицию. Её доля в данном секторе составляет около 28%. Вторую позицию занимает междугородная телефонная связь, не намного уступая местной телефонной связи. Её доля за последние 2 года не превысила 25%. Далее на третьей позиции находятся доходы от звонков на сети сотовых операторов. Их доля в 2008 году составила 22%. Доля международных звонков в странных СНГ составила 13%, а доля международных звонков в страны дальнего зарубежья - 3%.

Доля услуг интернет и передачи данных в общей структуре телекоммуникационного рынка незначительно менялась за последние четыре года и в 2013 году составила около 11%. В абсолютных показателях объём рынка в 2013 году составил 43,7 млрд.тг или 364 млн.долларов США. Однако при этом значительно изменилась структура доходов внутри данного сектора. Значительно увеличилась доля доходов от услуг интернет и IP-телефонии и значительно снизилась доля доходов от аренды каналов.

В общем объёме доходов на рынке телекоммуникаций доля доходов от услуг платного телевидения составила 3%. Объём доходов от этого вида услуг в 2013 году составил 11,6 млрд.тг или 97 млн.долларов США.

1.6 Магистральные сети АО «Казахтелеком»

В настоящее время Казахстан обладает независимой телекоммуникационной сетью, функционирование которой во многом обусловлено реализацией АО «Казахтелеком» крупнейшего проекта - строительством основного кольца Национальной информационной супермагистрали (НИСМ).

НИСМ включает в себя волоконно-оптические линии связи общей протяженностью более 11 500 км, соединяющие между собой областные центры республики, города Алматы и Астана. При разработке схемы построения НИСМ учитывались такие важные факторы, как организация цифровой междугородной связи, обеспечение качества и надежности международных и междугородных каналов, организация связи с соседними государствами.

Волоконно-оптические линии связи Национальной супермагистрали охватывают всю республику по следующим направлениям: Западная ВОЛС проходит через областные центры Шымкент - Кызылорда – Актобе – Атырау, в общей сложности 24 населенных пункта обеспечены цифровой связью. Восточная ВОЛС охватывает Талдыкорган - Усть-Каменогорск – Павлодар – Астана – Кокшетау – Петропавловск, трасса ВОЛС обеспечивает цифровой связью 29 населенных пунктов. Северная ВОЛС пролегает через города Петропавловск – Костанай – Актобе, цифровизированы еще 16 населенных пунктов. Каспийская ВОЛС (Макат – Тенгиз - Актау) позволила соединить цифровыми каналами объекты Западной ВОЛС с областным центром Актау, т.е. все крупные города Казахстана связаны между собой цифровыми каналами.

По информации, опубликованной на сайте АО «Казахтелеком», оптимальная структура междугородной сети республики позволяет организовать связь от каждой АМТС Казахстана в направлении дальнего зарубежья, России и других стран СНГ по двум независимым путям через междугородные транзитные узлы. Выход на международную сеть осуществляется посредством трёх МЦК, которые для повышения надежности соединены между собой по схеме «каждый с каждым».

Проект DWDM. Характерной особенностью Казахстана является его геополитическое положение на пересечении исторически сложившихся караванных путей между Европой и Азией.

Направление развития сетей телекоммуникаций, в том числе и магистральной сети, направлено на увеличение пропускной способности для обслуживания всё возрастающего междугородного, международного и транзитного трафика, а так же всё увеличивающегося объема передачи данных. В конце 2007 года введена в эксплуатацию система DWDM на участках Алматы – Шымкент – Актобе и Астана – Петропавловск – Костанай – Актобе.

В первом полугодии 2008 года произведено расширение емкости магистральной сети DWDM на следующих участках: Алматы - Актобе, Астана–Петропавловск–Актобе, Астана-Павлодар–Усть-Каменогорск–Алматы.

Расширение существующих и строительство новых стыков с сопредельными государствами.

На начало 2007 года сеть телекоммуникаций АО «Казахтелеком» имела стыки со следующими сопредельными государствами: Китай, Россия, Узбекистан, Кыргызстан.

Учитывая тот факт, что с ростом трафика растет потребность в транзите и увеличивается тяготение трафика с сетями сопредельных с Республикой Казахстан государств, появилась необходимость в расширении телекоммуникационных «ворот». При этом было принято решение о расширении существующих и строительстве новых стыков.

В 2007 году АО «Казахтелеком» был разработан План мероприятий для активизации работы по увеличению транзитного трафика в направлении Азия – Европа. В соответствии с данным планом в 2007 году была начата реализация проектов по расширению существующих и строительству новых стыков. С этой целью в 2007 году был расширен существующий стык с компанией China Telecom с уровня STM-4 до уровня STM-16. Завершено строительство линейно-кабельных сооружений ВОЛС от Уральска до границы с Россией для стыковки с сетями альтернативных операторов РФ - ООО «СЦС Совинтел» и ЗАО «Synterra».

Проложен волоконно-оптический кабель для организации стыка в районе населённого пункта Коргас с альтернативным оператором КНР - China Unicom. В настоящий момент закуплено оборудование DWDM с целью расширения стыков с ОАО «Ростелеком» и АК «Узбектелеком».

1.7 Магистральные сети АО «Транстелеком»

1.7.1 Первичные магистральные и внутризоновые линии связи. На текущий момент проложены магистральные волоконно-оптические линии по территории Казахстана на участках: Алматы-Астана, Алматы-Достык, Астана-Петропавловск. На юге Казахстана активизирован узел связи с компанией China Telecom, на севере республики функционирует узел связи с ЗАО «Компания ТрансТелеКом» (Россия). На данных магистральных участках сети используются технологии плотного волнового мультиплексирования DWDM, основанные на спектральном уплотнении оптического излучения по длине волны. В рамках инвестиционной программы планируется строительство ВОЛС на участках:

– Астана - Павлодар - Семей – Актогай срок реализации 2010 - 2011 год;

– Чу – Арыс - Сары-Агаш - трансграничный переход в направлении Узбекистана срок реализации 2012 год;

– Арысь – Кызыл- Орда - Актобе – 2011-2012 годы;

– Костанай – Кокшетау – Пресногорьковская - Золотая сопка (РФ) - трансграничный переход в направлении РФ - 2012 год;

– Макат – Мангистау – 20 12 год.

1.7.2 Телефонные сети. Компания имеет достаточно разветвленную сеть телефонной связи и присутствует более чем в 200 населенных пунктах. Компания внедрила международные центры коммутации типа Engine Integral в гг. Алматы, Астана, а также комбинированные станции АМТС/АТС в следующих населенных пунктах: Актобе, Атырау, Тараз, Оскемен, Караганда, Кокшетау, Костанай, Павлодар, Семей, Шымкент.

1.7.3Сети передачи данных. АО «Транстелеком» является одним из крупнейших первичных провайдеров услуг доступа к сети Интернет на территории Республики Казахстан. АО «Транстелеком» обладает собственными каналами передачи данных уровня STM-1 в Россию и Китай, обеспечивающих объединение сети Интернет АО «Транстелеком» с глобальной сетью Интернет, а также резервирование качества связи.

1.7.4 Инвестиционные проекты. По данным, опубликованным Казахстанским информационным порталом. Акционерное общество «Национальная Компания «Қазақстан темір жолы» и Европейский банк реконструкции и развития (ЕБРР) имели планы по подписанию в августе 2008г. договора о привлечении средств в размере 105 млн. долларов США на финансирование проекта «Строительство волоконно-оптической линии связи». (вверху на этой же странице график строительства с учетом реалий по состоянию на 1.04.13г.) Банк ЕБРР будет кредитовать проект на долгосрочной основе в течение 10 лет.

Уже к концу 2012г. будут введены в промышленную эксплуатацию три основных кольца телекоммуникационной системы на базе ВОЛС, с установкой оборудования систем передач уровня STM-4 на каждом раздельном пункте, STM-16, DWDM и параллельной сети доступа на основе SDH на магистральном уровне. В итоге будут созданы две независимые инфраструктуры в масштабах всей республики: собственная современная цифровая инфотелекоммуникационная сеть железной дороги и первичная волоконно-оптическая магистраль АО «Транстелеком».

Магистральные сети АО «KazTransCom». Магистральная сеть компании пролегает в западной части Республики Казахстан. Вдоль магистрали расположены такие крупные города как: Актау, Атырау, Уральск.

Компания имеет собственную волоконно-оптическую сеть вдоль трубопровода АО «КазТрансОйл» и на территории некоторых месторождений нефти и газа.

На территории Актюбинской области компанией организованы два вида сетей:

– спутниковые сети в г.Актобе и области на базе оборудования Faraway II (Gilat);

– оптико-волоконные сети на территории месторождений Жанажол и Кенкияк (около 300 км от города).

Расширена оптическая сеть от г.Атырау до городов Уральск, Аксай, Актобе, а также ответвление на Астрахань. Существуют планы по развитию ВОЛС в Восточном Казахстане. Планируемая протяженность сети составит 11 тыс. километров. Компания планирует развитие трансграничных переходов с Узбекистаном, Россией и Китаем.

Магистральные сети ТОО «Кар-Тел». На сегодняшний день ТОО «Кар-Тел» уже закончило строительство трасс Алматы - Шымкент и Алматы – Астана. Активно продолжается работа по строительству собственных оптоволоконных линий связи. В рамках этой деятельности уже проложены волоконно-оптические кольца в гг. Актау и Актобе. Кроме того, существуют планы по строительству трасс Шымкент - Кызылорда и Астана – Жезказган - Караганда.

1.8 Ценовая политика и перспективы

АО «Казахтелеком» контролирует подавляющую часть магистральных междугородных каналов связи. Ценовая политика и возможности для снижения тарифов операторов зависят от расходов на аренду каналов, которую устанавливает Казахтелеком.

Высокие тарифы сдерживают развитие отрасли, ограничивая возможности и покупателей, и продавцов.

Об этом наглядно свидетельствует индекс Networked Readiness, публикуемый ежегодно организацией World Economic Forum. Данный индикатор позволяет отследить развитие информационно-телекомуникационных систем и оценить возможности, которые они приносят той или иной стране. Казахстан в этом рейтинге перешел с 60−го места в 2006 году (всего 122 страны) на 73−е в 2007−м, то есть республика отстает от большинства стран мира.

В отчете по развитию телекоммуникаций в странах СНГ, подготовленном экспертами ОБСЕ (источник не определен) подобную ситуацию во многом объясняют очень высокими ценами. Плата за безлимитный канал со скоростью 2048 Кбит/сек для конечного пользователя составляет более 3 700 евро в месяц. Это в 100 раз больше, чем в Западной Европе, при том, что средняя месячная зарплата в Казахстане в 10 раз ниже европейской.

АО «Казахтелеком» регулярно объявляет о снижении тарифов для конечных пользователей. Но у операторов связи большие нарекания вызывает разница тарифов для них и для обычных юридических лиц.

Строительство магистральных волоконно-оптических каналов – это очень дорогостоящая статья расходов. По оценкам экспертов рынка, особенно с учетом подорожания цен на энергоносители и продуктов нефтехимии, прокладка одного километра ВОЛС обходится в 18–22 тыс. долларов США. Учитывая казахстанские расстояния, строительство собственных ВОЛС - слишком большой удар по бюджету независимых операторов.

Поэтому до последнего времени операторы были вынуждены арендовать каналы АО «Казахтелеком». Соответственно, от качества и характеристик сетей каналов связи АО «Казахтелеком» зависит качество связи операторов, спектр предоставляемых услуг и их объем (Казахтелеком регулирует объем трафика для каждого участника рынка). При этом по оценкам операторов, политика АО «Казахтелеком» фактически сдерживает развитие независимых операторов и не создает базы для возникновения полноценной конкуренции на рынке. В таких условиях операторы переходят на строительство собственных каналов связи.

Сегодня АО «KazTransCom» и АО «Транстелеком» уже имеют собственные каналы связи и намерены в будущем активно их расширять. В результате реализации инвестиционных планов АО «KazTransCom», сеть компании должна охватить значительную часть страны, уходя на восток. Протяженность сети составит 11 тыс. километров.

Предполагаются выходы из страны в Узбекистан (соединение с Газли), Россию (Омск) и Китай.

Программа развития сети АО «Транстелеком» на ближайшие три года предусматривает строительство 5 тыс. километров волоконно-оптических линий связи и существенное территориальное расширение сети на всю страну. Предполагаются два новых выхода в Россию, а также выход сети в Кыргызстан и Узбекистан.

Также будет осуществлен стык с сетями, которые строит само АО «Национальная Компания «Қазақстан темір жолы», они расположатся в основном на западе.

Важнейшим событием для рынка стало строительство в 2007 году собственных ВОЛС оператором сотовой связи «Кар-Тел». До этого все сотовые операторы арендовали каналы связи и чаще всего у Казахтелекома. Как упоминалось выше, компанией «Кар-Тел» уже завершено строительство оптоволоконной линии связи вдоль трассы Алматы – Шымкент.

В 2008 году завершено строительство ВОЛС по трассе Астана – Караганда. Кроме того, построены собственные оптические кольца в городах Алматы, Астана, Талдыкорган, Оскемен, Семей, Павлодар, Петропавловск, Костанай, Актобе, Уральск, Актау, Кызылорда, Шымкент, Тараз.

В ближайшие годы подобные события приведут к тому, что на рынке телекоммуникаций появится реальная конкуренция, а национальный оператор потеряет значительную часть своих доходов.

1.9 Цель проекта

Основной целью реализации проекта является извлечение дохода от выхода на рынок магистральных услуг. Коммерческой целью реализации проекта является захват в течение 5-7 лет с момента завершения строительства магистральной сети не менее 15% внутреннего магистрального рынка связи Казахстана, а именно рынка Интернет и передачи данных, а также захват до 10% доли международного транзита в направлениях Европа - Китай, Европа - Центральная Азия, Китай - Центральная Азия. Помимо этого, Компания нацелена на получение ежегодного объема доходов не менее 65 млн. долларов США в течение 5 лет после завершения строительства магистрального ВОЛС путем предоставления клиентам всего спектра современных услуг связи на уровне международных стандартов.

Строительство высокоскоростной оптической магистрали с выходом на сопредельные государства позволит Компании повысить свою конкурентоспособность и выйти на одно из ведущих мест среди магистральных операторов Казахстана, что в свою очередь окажет активное содействие государственному курсу вхождения Казахстана в число 50 наиболее конкурентоспособных стран мира и выполнению основных требований при вступлении в ВТО, в части строительства современной транспортной и инфокоммуникационной инфраструктуры.

Сегодня совершенствование действующих информационных систем, тем более внедрение перспективных информационных технологий в различных отраслях республики, а так же проникновение Интернет сдерживается из-за ограниченности телекоммуникационных ресурсов. Для организации большого пучка высокоскоростных каналов связи требуется волоконно-оптический кабель связи, так как он обладает очевидным преимуществом перед кабелем с медными жилами: высокой надежностью и помехозащищенностью, большой пропускной способностью.

Планируемое строительство ВОЛС полностью согласуется с принятыми направлениями, предусмотренными Стратегией развития Республики Казахстан до 2030 г. и позволит поднять уровень конкуренции на рынке операторов Республики Казахстан предоставляемых услуги магистральных линий связи и соответственно повлечет снижение стоимости на соответствующие виды услуг. Реализация данного проекта увеличит номенклатуру, объем и качество телекоммуникационных услуг предоставляемых сторонним операторам, юридическим лицам и населению.

Строительство ВОЛС является одним из важных этапов программы информатизации населения Республики Казахстан и развития отрасли телекоммуникаций с целью создания развитой, гибкой цифровой транспортной сети связи, которая предоставит возможность поднять уровень надежности передаваемых потоков информации на более высокий уровень и тем самым обеспечит гарантии качества услуг связи при выходе на магистральные линии

связи международного коридора Европа – Россия – Казахстан – Китай, Европа - Азия по кратчайшему пути.

Принятые технические решения для реализации данного проекта позволят обеспечить интересы национальной безопасности, суверенитета и обороноспособности Республики Казахстан в мощных, высокоскоростных, защищенных и высоконадежных линиях связи, ускорить процессы социально-культурного развития населения, проживающего в местах выделения ВОЛС.

1.10 Топология и архитектура транспортной сети

Строительство транспортной магистральной сети общей протяженностью 2766 км планируется проводить вдоль железных дорог, т.к. в районе железных дорог хорошо налажена инфраструктура (электропитание, населенные пункты и др.).

Планируется построить трансграничные переходы на основных направлениях для возможности принятия телефонного и Интернет трафика от ведущих международных операторов.

Для этого планируется строительство ВОЛС в юго-восточном регионе от г.Алматы до государственной границы с КНР в районе населенного пункта Дружба. В северо-восточном регионе от г.Астана через г.Петропавловск до государственной границы с Россией. Планируемые участки строительства ВОЛС приведены в таблице 1.1.

Т а б л и ц а 1.1 - Планируемые участки строительства ВОЛС

Планируемые участки строительства ВОЛС	Протяженность (км)	Срок реализации (год)
Дружба - Актогай	309	2012
Актогай - Алматы	568	2013-2014
Актогай - Семей	460	2012
Семей – Павлодар	353	2013
Павлодар - Астана	410	2013-2014
Астана - Караганда	197	2013
Астана- Кокшетау	282	2013-2014
Кокшетау - Петропавловск	187	2014
Итого	2 766	-

В результате строительства участков ВОЛС Компания получит высокоскоростные каналы связи с сопредельными государствами (Россия и

КНР) для семи крупных политических, экономических и промышленных городах: Алматы, Астана, Караганда, Семей, Павлодар, Кокшетау, Петропавловск. Это позволит Компании начать предоставление услуг международной связи и доступа к сети Интернет (стать провайдером услуг Интернет первого уровня) в этих регионах. Кроме того, будет выполнено одно из основных требований лицензии по предоставлению услуг международной связи - строительство наземных трансграничных переходов.

С учетом требований, предъявляемых к магистральной транспортной сети Компании (надежность, пропускная способность, специфика предоставления услуг для юридических и физических лиц и др.), ее архитектура будет представлена одним уровнем - Магистральный уровень STM-16/64.

Магистральный уровень STM-16/64 предназначен для обеспечения потребностей в цифровых потоках, генерируемых телефонной сетью, выделенными каналами связи различной емкости и сетью передачи данных. Этот уровень будет построен с использованием оборудования сети передачи уровня STM-16/64, с установкой и выделением трибутарных потоков STM-16, STM-4, STM-1, E1, GEthernet и FEthernet во всех крупных городах по трассе следования ВОЛС.

С помощью трибутарных потоков Компания сможет раздавать своим клиентам доступ к основным видам сервисов - доступ к сети Интернет и доступ к услугам международной связи.

На рисунке 1.3 приведен маршрут строительства ВОЛС. Общая протяженность ВОЛС составляет 2 766 км, стоимость строительства – 57 646 тыс. долларов США

Планируемая топология сети позволит получить к концу строительства высоконадежную, самовосстанавливающуюся сеть ВОЛС, с помощью которой можно будет оказывать высококачественные услуги связи не только на всей территории Республики Казахстан, но и предоставлять услуги аренды высококачественных международных каналов связи за пределы Республики Казахстан в страны ближнего и дальнего зарубежья.

Рисунок 1.3 - Топология волоконно-оптической линии связи

Кроме того, можно будет начать предоставлять высококачественные услуги международного транзита между Европой и Азией через территорию Республики Казахстан.

С учетом требований, предъявляемых к магистральной транспортной сети (надежность, пропускная способность, специфика предоставления услуг для юридических и физических лиц и др.), ее архитектура будет представлена одним уровнем и двумя наложенными сетями: Магистральный DWDM уровень:

– наложенная поверх уровня DWDM сеть уровня STM-16/64;

– наложенная поверх уровня DWDM сеть IP MPLS.

Каждый уровень транспортной сети предназначен для выполнения определенных задач и имеет технические решения по их реализации.

Магистральный DWDM уровень является основой транспортной сети. Для этого уровня предполагается использовать оборудование DWDM емкостью две активные длинные волны 10 Гбит/сек и с возможностью расширения до 16 длин волн без модернизации аппаратной части. Магистральные мультиплексоры уровня DWDM будут установлены во всех крупных городах по трассе следования ВОЛС, кроме того, будут установлены в городах Алматы, Астана, Павлодар. При этом планируется, выделение во всех крупных городах одной лямбды 10 Гбит/сек через интерфейс уровня STM-64, а вторую лямбду 10 Гбит/сек выделить только в Алматы и Астане через интерфейс 10GE для возможности подключения оборудования IP MPLS. Архитектура транспортной сети представлена на рисунке 1.4.

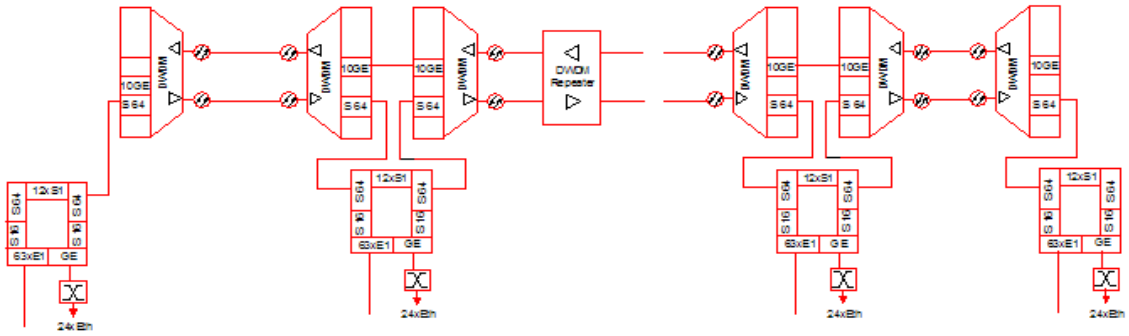


Рисунок 1.4 - Архитектура транспортной сети

Наложенная сеть уровня STM-16/64 предназначена для обеспечения потребностей в цифровых потоках, генерируемых телефонной сетью, выделенными каналами связи различной емкости и сетью передачи данных. Этот уровень будет построен с использованием оборудования сети передачи уровня STM-16/64 поверх оборудования DWDM, с установкой и выделением трибутарных потоков STM-16, STM-4, STM-1, E1, GEthernet и FEthernet во всех крупных городах по трассе следования ВОЛС. С помощью трибутарных потоков Компания сможет раздавать своим клиентам доступ к основным видам сервисов: доступ к сети Интернет, доступ к услугам международной связи и услугам международного транзита.

1.11 Эксплуатация и обслуживание транспортной сети

Протяженность предполагаемой магистральной цифровой сети связи ВОЛС составит 2667км, что предъявляет высокие требования к организационным и техническим аспектам ее эксплуатации.

Основу технической эксплуатации ВОЛС будут составлять:

– техническое обслуживание устройств;

– ремонт;

– профилактика повреждений;

– ряд других мероприятий по обеспечению работоспособности сети.

Техническая эксплуатации сети будет включать следующие виды технического обслуживания:

– профилактическое техническое обслуживание, выполняемое через определенные временные интервалы или в соответствии с заранее установленными критериями и направленное на уменьшение вероятности отказа или функционирования объекта;

– корректирующее техническое обслуживание, выполняемое после признания состояния неработоспособности объекта и направленное на его

восстановление в состояние, в котором объект может выполнять требуемую функцию;

– управляемое техническое обслуживание, метод поддержания требуемого качества обслуживания путем систематического применения методов анализа с использованием централизованных средств наблюдения, пробных испытаний для сведения к минимуму профилактического обслуживания и уменьшения восстановительных работ.

Цели обслуживания сети. Система технического обслуживания ВОЛС будет обеспечивать ее максимальную надежность, долговечность и постоянную работоспособность, обеспечивая высокие параметры качества связи.

Основными целями системы технического обслуживания являются:

– обеспечение гарантированного качества обслуживания за счет автоматического резервирования в случаях отказа по независимым трассам (технология SDH);

– минимизация случаев возникновения отказов сети. В случае возникновения отказа подготовленный персонал будет направлен на выявленное место аварии с необходимым оборудованием, имея достоверную информацию для проведения конкретной работы в установленные сроки;

– минимизация затрат (капитальных, техническое обслуживание, потеря доходов от прерывания трафика) на содержание сети в течение всего срока ее эксплуатации.

Эксплуатационные подразделения. Для эксплуатации и обслуживания ВОЛС необходимо организовать следующие подразделения:

– центр управления сетью (ЦУС), центр технической поддержки (ЦТП);

– мобильные бригады (МБ), включающие бригаду технической поддержки (БТП) и бригаду линейной поддержки (БЛП).

Основными задачами ЦУС являются: контроль за текущим состоянием сети, подключение и удаление каналов, техническая поддержка клиента, а также руководство проведением регламентного обслуживания и аварийно-восстановительных работ. В составе ЦУС будет выделена центральная лаборатория, отвечающая за управление эксплуатационными лабораториями и контроль за проведением регламентных технических работ на сети, а также организацию занятий и тренировок для МБ. В ЦУС будет вестись круглосуточное дежурство.

Размещение МБ осуществляется по географическому принципу, с привязкой к крупным городам. Основной задачей МБ является планирование, управление и участие в проведении регламентных технических работ на сети.

В задачи МБ войдут как текущее обслуживание, так и проведение аварийно-восстановительных работ (АВР) в случае повреждения ВОЛС или сетевого оборудования. На данные бригады возлагаются все функции, связанные с обслуживанием и ремонтом ВОЛС, SDH, проведением аварийно-восстановительных работ, надзором за состоянием ВОЛС и аппаратных помещений.

Требования, предъявляемые к надежности сети, будут выдерживаться благодаря слаженности во взаимодействиях структурных подразделений.

Территориальное размещение эксплуатационных подразделений. Центры Управления будут базироваться: основной - в г.Алматы и резервный - в г.Астана.

Исходя из требования к скорости устранения обычного (не стихийного) линейного отказа с устройством временной вставки (не более 4-х часов) планируется территориальное размещение МБ на станциях с зоной действия до 250 – 300 км.

Данное решение обосновано следующими параметрами:

а) При составлении технологических карт, определяющих порядок устранения аварий, следует исходить из следующих расчетных сроков выполнения основных операций:

– сбор бригады в рабочее время до 20 минут, в нерабочее время до 40 минут;

– скорость прибытия бригады к месту аварии в зависимости от состояния дорог:

– 40-60 км/ч по дорогам с твердым покрытием;

– 20-40 км/ч по грунтовым дорогам;

– 10-20 км/ч при отсутствии дорог или железнодорожным транспортом;

– оперативное время на разделку ВОК и монтаж временной вставки с механическими соединителями - 2 чел/час.

Исходя из этих нормативов, а также с учетом зарубежного опыта эксплуатации ВОЛС, определена протяженность участка обслуживания порядка 250 - 300 км (по 150 км в обоих направлениях прохождения ВОЛС) для каждой формируемой бригады.

б) При выборе места расположения бригад учтено:

– существующая производственная база Компании, или строительных организаций;

– наличие и состояние транспортных средств;

– целесообразность формирования бригад в крупных административно-территориальных центрах с точки зрения комплектования кадрами, материалами и оборудованием, а также оперативности оповещения в аварийных ситуациях.

Исходя из вышеперечисленных требований, будет сформировано необходимое число эксплуатационных бригад, с необходимым штатом и укомплектованных необходимыми приборами и материалами, транспортом и средствами связи.

2 Концепция развития магистральной транспортной ВОЛС

В результате детального изучения современных технологий, используемых при строительстве магистральных сетей связи, Компания предполагает использование для построения сети связи оптоволоконную технологию и системы передачи на основе оборудования синхронной иерархии и плотного волнового мультиплексирования (DWDM). Данные технологии позволяют строить магистральные транспортные сети связи на качественно новом уровне развития, обеспечивают создание мощного ресурса высококачественных каналов и расширение возможности развития и модернизации спектра услуг вторичных сетей связи.

Концепция архитектуры сети Компании предполагает использование новейшего аппаратного и программного обеспечения ведущих мировых производителей оборудования связи. Сеть будет гибкой, высоконадежной, масштабируемой, модульной, и, в то же время, экономичной. Используемые технические решения, обеспечат бесперебойность за счет «кольцевого» резервирования, что в свою очередь обеспечит гарантированное качество обслуживания и снижение до минимума количества возможных сбоев.

Строительство магистральной ВОЛС позволит создать цифровую систему связи, которая решит все проблемы информатизации и коммерческого предоставления услуг связи для юридических и физических лиц. С учетом возможностей ВОЛС, предполагается привлечь абонентов телефонной (местной, междугородной и международной) связи, предоставлять в аренду современные цифровые высокоскоростные каналы провайдерам услуг Интернет и передачи данных, а также операторам сотовой связи и другим заинтересованным коммерческим структурам.

2.1 Магистральная транспортная сеть

В концепции развития магистральной транспортной сети закладываются следующие основные принципы:

– транспортная сеть должна быть цифровой на всех уровнях (магистральной, региональной, зоновой и местной);

– транспортная сеть должна быть «открытой» системой, позволяющей использовать ее для любых вторичных сетей;

– топология транспортной сети должна быть оптимальной для всех вторичных сетей, в том числе и с точки зрения их постепенной интеграции и модернизации;

– транспортная сеть должна иметь возможность существенного расширения пропускной способности;

– транспортная сеть должна иметь систему управления для поддержки заданных показателей надежности и качества функционирования;

– транспортная сеть должна обеспечивать доступ к ресурсам с показателем надежности не менее 0,9997.

Предполагается построение магистральной транспортной сети с использованием оборудования синхронной иерархии и технологии волнового мультиплексирования.

2.2 Волоконно-оптический кабель

Основными компонентами, определяющими надежность и долговечность ВОЛС, являются оптические волокна. Сегодня в мире несколько десятков фирм производят оптические волокна различного назначения, среди них есть такие компании, как: AT&T, General Cable Company (США); Siecor (ФРГ); BICC Cable (Великобритания); Les cables de Lion (Франция); Nokia (Финляндия); NTT, Sumitomo (Япония), Pirelli(Италия) и др.

Волоконно-оптические линии связи имеют ряд преимуществ относительно электронных систем, использующих передающие среды на металлической основе:

а) Широкая полоса пропускания - обусловлена чрезвычайно высокой частотой оптической несущей - около 1014 МГц, которая обеспечивает потенциальную возможность передачи по одному оптическому волокну потока информации в несколько терабит в секунду.

б) Малое затухание светового сигнала в волокне. Оптическое волокно имеет затухание 0,2-0,3 дБ на длине волны 1,55 мкм в расчёте на один километр. Малое затухание и небольшая дисперсия позволяют строить участки линий без ретрансляции протяжённостью более 100 км.

в) Низкий уровень шумов в волоконно-оптическом кабеле позволяет увеличить полосу пропускания за счёт использования различных способов модуляции сигналов при малой избыточности их кодирования.

г) Высокая помехозащищённость. Изготовленное из диэлектрического материала волокно невосприимчиво к электромагнитным помехам от окружающих медных кабельных систем и электрического оборудования, способного индуцировать электромагнитное излучение (линии электропередачи, электродвигательные установки и т.д.). В многоволоконных оптических кабелях также не возникает присущей многопарным медным кабелям проблемы перекрестного влияния электромагнитного излучения.

д) Малый вес и объём. ВОК имеет меньший вес и объем относительно медных кабелей той же пропускной способности (900-парный медный телефонный кабель диаметром 7,5 см может быть заменен кабелем с 1 мм. волокном с защитными оболочками и стальной ленточной броней имеющим диаметр 1,5 см.)

ж) Высокая защищённость от несанкционированного доступа. ВОК не излучает в радиодиапазоне, что исключает доступность к информации без нарушения приема-передачи. Системы мониторинга (непрерывного контроля) целостности оптической линии связи, используя свойства высокой чувствительности волокна, могут мгновенно отключить «взламываемый» канал связи и подать сигнал тревоги.

з) Гальваническая развязка. Изолирующие свойства ВОК помогают избежать электрических «земельных» петель, возникающих, когда два сетевых устройства неизолированной вычислительной сети, связанные медным кабелем, имеют заземления в разных точках здания, например, на разных этажах. В электрической сети это может привести к возникновению большой разности потенциалов, способной повредить сетевое оборудование и электроопасной для персонала. При использовании оптических волокон такой проблемы не существует.

и) Экономичность. Волокно изготавливается из кварца, основу которого составляет двуокись кремния, широко распространённая в природе и относящаяся, в отличие от меди, к недорогим материалам (стоимость оптического волокна и медной пары соотносятся как 2:5). При этом оптические волокна позволяют передавать сигналы без ретрансляции на значительно большие расстояния, что дает возможность резко сократить количество повторителей на протяженных линиях связи.

Волоконно-оптический кабель содержит оптические волокна, количество и тип которых определяется требованиями к сети.

В настоящее время в различных системах связи в качестве передающей среды наибольшее распространение получили одномодовые оптические волокна, имеющие наименьшую дисперсию и наибольшую пропускную способность.

Одномодовые волокна подразделяются на три основных типа: волокна с несмещённой дисперсией (SF) - стандартные волокна; волокна со смещённой дисперсией (DSF) и волокна с ненулевой смещённой дисперсией (NZDSF).

Почти все решения оптической телекоммуникационной инфраструктуры могут быть реализованы с помощью стандартного одномодового волокна (SF), но качественные характеристики не подходят для высоких скоростей передачи (10 Гбит/сек) и больших расстояний (> 40км).

Волокно со смещенной дисперсией (DSF) позволяет оптическим сигналам распространяться значительно дальше без регенерации или компенсации благодаря уменьшенному значению коэффициента хроматической дисперсии.

DSF хорошо приспособлено для удовлетворения потребностей одноканальных оптических систем передачи. Но с появлением широкополосных оптических усилителей и волнового мультиплексирования (WDM), хроматические дисперсионные характеристики DSF стали вносить нежелательные эффекты в целостность многоволновых импульсов. В результате потребовался новый тип волокна - волокно с ненулевой смещенной

дисперсией (NZDSF). NZDSF, фактически, вывело из употребления DSF, который больше не предлагается на коммерческом рынке.

Исходя из вышеизложенного и учитывая, что строительство ВОЛС предполагается вести в средне населенных районах со средним расстоянием между населенными пунктами не превышающим 90 км, то кабель с волокнами NZDSF и соответствующее оборудование для работы на этих волокнах использовать не целесообразно. Поэтому на новых магистральных участках транспортной сети предполагается использоваться кабель с 36 одномодовыми волокнами SF стандарта G.652. В случае если проектная организация на стадии проектирования обоснует необходимость использования на некоторых участках волокна NZDSF, требование использовать только волокна SF будет пересмотрено и будут учтены все проектные решения.

2.3 Оборудование систем передач

Для строительства магистральной цифровой сети связи на новых участках Компания предполагает использовать оборудование синхронной иерархии СЦИ/SDH и оборудование волнового мультиплексирования, разработанное по технологии DWDM.

Оборудование СЦИ/SDH играет основополагающую роль при построении транспортных сетей. Стандартный телефонный канал обеспечивает передачу информации со скоростью 64 Кбит/сек. Основной канал E1 обеспечивает передачу информации со скоростью 2048 Кбит/сек. и соответствует 30 стандартным каналам. Данное оборудование имеет целую линейку по объемам и скорости передачи информации и подразделяется на уровни STM-1 (63E1) , STM–4 (4STM-1), STM–16 (4STM–4 или 16STM-1), STM–64 (4STM–16, 16STM–4 или 64STM-1) и оборудование уровня STM-256 (4STM–64). Оборудование уровня STM-16/64 предполагается использовать для построения транспортной сети связи Компании.

Главное достоинство технологии DWDM заключается в том, что она позволяет преодолеть ограничения на пропускную способность канала и существенно увеличить скорость передачи данных.

Магистральная транспортная цифровая сеть на основе технологии DWDM состоит из узлов мультиплексирования (мультиплексоров), выполняющих роль преобразователей между каналами различных уровней иерархии стандартной пропускной способности, и усилителей, восстанавливающих цифровой поток на протяженных трактах.

Мультиплексоры DWDM позволяют создавать в одном волокне несколько каналов, что позволяет поэтапно увеличивать емкость установленного волокна.

DWDM мультиплексоры, являясь чисто пассивными устройствами, вносят большое затухание в сигнал. Из-за больших потерь часто возникает

необходимость установления оптического усилителя перед и/или после DWDM мультиплексора.

2.4 Мультиплексоры DWDM

Мультиплексорам DWDM (в отличии от более традиционных WDM) присущи две отличительные черты:

– использование только одного окна прозрачности 1550 нм, в пределах области усиления EDFA (1530-1560 нм);

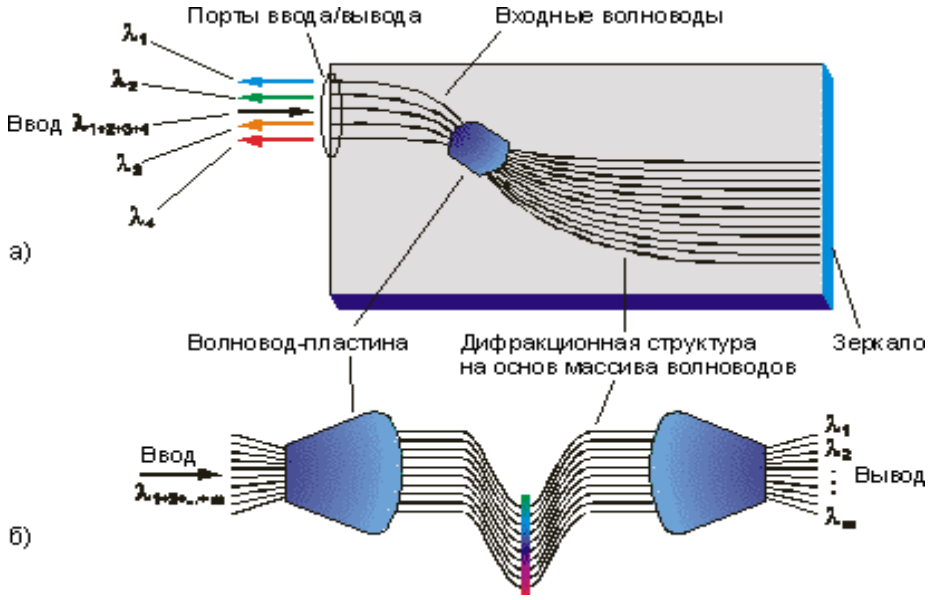
– малые расстояние $\Delta\lambda$ между мультиплексными каналами, 3,2/1,6/0,8 или 0,4 нм.

Кроме этого, поскольку мультиплексоры DWDM рассчитаны на работу с большим числом каналов до 32 и более, то наряду с устройствами DWDM, в которых мультиплексируются (демультиплексируются) одновременно все каналы, допускаются также новые устройства, не имеющие аналогов в системах WDM и работающие в режиме добавления или вывода одного и более каналов в/из основного мультиплексного потока, представленного большим числом других каналов. Так как выходные порты/полюса демультиплексора закреплены за определенными длинами волн, говорят, что такое устройство осуществляет пассивную маршрутизацию по длинам волн. Из-за малых расстояний между каналами и необходимости работы с большим числом каналов одновременно, изготовление мультиплексоров DWDM требует значительно большей прецизионности по сравнению с WDM мультиплексорами (использующими обычно окна прозрачности 1310 нм, 1550 нм или дополнительно область длин волн в окрестности 1650 нм). Также важно обеспечить высокие характеристики по ближним (коэффициент направленности) и дальним (изоляция) переходных помех на полюсах DWDM устройства. Все это приводит к более высокой стоимости DWDM устройств по сравнению WDM.

На рисунке 2.1а показана типовая схема DWDM мультиплексора с зеркальным отражательным элементом. Рассмотрим его работу в режиме демультиплексирования. Приходящий мультиплексный сигнал попадает на входной порт. Затем этот сигнал проходит через волновод-пластину и распределяется по множеству волноводов, представляющих дифракционную структуру AWG (arrayed waveguide grating). По прежнему сигнал в каждом из волноводов остается мультиплексным, а каждый канал ($\lambda_1, \lambda_2, \ldots$) остается представленным во всех волноводах. Далее происходит отражение сигналов от зеркальной поверхности, и в итоге световые потоки вновь собираются в волноводе-пластине, где происходит их фокусировка и интерференция - образуются пространственно разнесенные интерференционные максимумы интенсивности, соответствующие разным каналам. Геометрия волновода-пластины, в частности расположение выходных полюсов, и длины волноводов

структуры AWG рассчитываются таким образом, чтобы интерференционные максимумы совпадали с выходными полюсами. Мультиплексирование происходит обратным путем.

Другой способ построения мультиплексора базируется не на одной а на паре волноводов-пластин, (рисунок 2.1б). Принцип действия такого устройства аналогичен предыдущему случаю, за исключением того, что здесь для фокусировки и интерференции используется дополнительная пластина.



а) с отражающим элементом; б) с двумя волноводами-пластинами

Рисунок 2.1 - Схемы DWDM мультиплексоров

DWDM мультиплексоры, являясь чисто пассивными устройствами, вносят большое затухание в сигнал. Например, потери для устройства (рис. 1а), работающего в режиме демультиплексирования составляют 10-12 дБ, при дальних переходных помехах <-20 дБ, и полуширине спектра сигнал 1 нм, (по материалам Oki Electric Industry). Из-за больших потерь часто возникает необходимость установления оптического усилителя переде и/или после DWDM мультиплексора.

2.5 Оптические усилители

Традиционные волоконно-оптические системы для усиления оптического сигнала используют повторители-регенераторы, повышающие мощность сигнала. Хотя такие системы регенерации работают хорошо, они являются весьма дорогими и, будучи установленными, не могут наращивать пропускную способность линии.

Развитие технологии оптического усиления на волокне, легированном эрбием (EDFA) сильно изменило методологию конструирования волоконно-оптических систем связи.

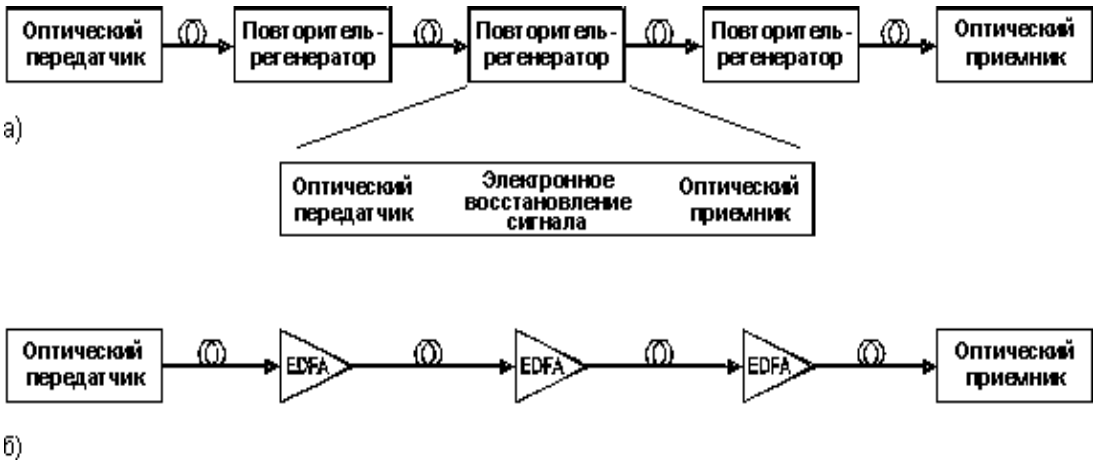
Усилители EDFA обеспечивают непосредственное усиление оптических сигналов, без их преобразования в электрические сигналы и обратно, обладают низким уровнем шумов, а их рабочий диапазон длин волн практически точно соответствует окну прозрачности кварцевого оптического волокна.

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. Также усилители EDFA способны усиливать многоканальный WDM сигнал, добавляя еще одно измерение в пропускную емкость.

2.6 Применение 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, (рисунке 2.2а). Когда длина между удаленными узлами начинает превосходить по условиям затухания сигнала максимальную допустимую длину пролета между соседними узлами, в промежуточных точках устанавливаются дополнительные регенераторы, которые принимают слабый сигнал, усиливают его в процессе оптоэлектронного преобразования, восстанавливают скважность, фронты и временные характеристики следования импульсов, и после преобразования в оптическую форму передают дальше правильный усиленный сигнал, в том же виде, в каком он был на выходе предыдущего регенератора. 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, (рисунке 2.2 б). В отличии 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. Также усилители EDFA способны усиливать многоканальный WDM сигнал, добавляя еще одно измерение в пропускную емкость.



а) каскада регенерационных повторителей;
б) каскада оптических усилителей EDFA

Рисунок 2.2 - Оптические системы связи

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. В этом смысле оптические усилители EDFA, характеризуясь слабой поляризационной зависимостью коэффициента усиления, имеет ощутимое преимущество перед полупроводниковыми усилителями. В отличии от регенераторов оптические усилители вносят дополнительный шум, который необходимо учитывать. По этому наряду с коэффициентом усиления одним из важных параметров EDFA является коэффициент шума. Именно благодаря появлению усилителей с таким сочетанием качеств линии связи и сети на основе технологии DWDM стали экономически привлекательными.

2.7 Синхронизация в оптических транспортных сетях

Составной частью транспортных сетей связи являются сети синхронизации и сети управления, которые строятся в соответствии с международными стандартами: ISO/OSI, IEEE, ITU-T(МСЭ-Т) и т.д.

2.7.1 Проблемы тактовой синхронизации. Любая цифровая система в своей основе требует тактовый задающий генератор, который должен синхронизировать все внутренние и внешние операции по обработке цифровых данных. Наибольшие сложности в цифровых системах возникают, когда необходимо наладить взаимодействие различных в своей основе цифровых систем, т.е. систем с различными тактовыми генераторами и функциональными

реализациями (системы передачи и коммутации). Даже внутри одной системы, например, системы передачи, требуется синхронизировать приемник сигнала с передатчиком (тактовый синхронизм, цикловой синхронизм, сверхцикловой синхронизм). Применение разных тактовых генераторов может повлечь за собой сбои передачи, если не произвести принудительной синхронизации генератора приемника генератором передатчика. При этом на стабильность частот генераторов на обоих концах линии цифровой передачи будут влиять различные физические факторы, которые вызывают дрожание фазы хронирующих импульсов. Этими факторами являются: шум и помехи, действующие на цепь синхронизации в приемнике; изменение длины пути передачи сигнала обусловлены температурными перепадами, рефракцией в атмосфере и т. д.; изменение скорости распространения сигналов в физической среде (в проводных и беспроводных линиях); нарушение регулярности поступления хронирующей информации; доплеровские сдвиги от подвижных оконечных устройств; переключения в линиях (срабатывание автоматического резервирования); систематические дрожания фазы цифрового сигнала, возникающие в регенераторах (повторителях) и т.д.

2.7.2 Генератор сетевого элемента (ГСЭ) – синхронизируемый внешним синхросигналом генератор (обычный кварцевый), помещаемый в мультиплексоры PDH, SDH, ATM, кроссовых коммутаторов и т. д. Такты ГСЭ так же подстраиваются под внешние такты, как и в ВЗГ, однако их собственная относительная долговременная стабильность не превышает 10^{-6}.

Указанные генераторы имеют следующие иерархические положения по значимости в сети синхронизации (ТСС).

1-й уровень иерархии ТСС-ПЭИ (первичный эталонный источник), не являющийся составной частью ТСС, например, навигационный спутник GPS или ПЭГ другой сети.

2-й уровень иерархии ТСС – ВЗГ, который представляют как транзитный или оконечный и совмещаемый с узлами автоматической коммутации (УАК) и автоматическими междугородными телефонными станциями (АМТС) или цифровыми АТС.

3-й уровень иерархии ТСС – ГСЭ, к которым относятся мультиплексоры SDH, кроссовые коммутаторы SDH, оконечные цифровые АТС. Источники тактового синхронизма могут быть включены в определенные сетевые конфигурации и различные сети ТСС.

Централизованная сеть распределения синхросигналов от единственного ПЭГ. Это синхронная сеть, в которой значащие моменты сигналов подстраиваются таким образом, чтобы установить синхронизм, при котором значащие моменты повторяются с некоторой средней точностью. Это принудительная синхронизированная сеть.

Совокупность централизованных подсетей, каждая из которых содержит ПЭГ. При отсутствии взаимосвязи между ПЭГ такая сеть синхронизации

обеспечивает псевдосинхронный режим работы соответствующих цифровых подсетей.

Плезиохронный режим сети ТСС может возникнуть в цифровой сети, когда генератор ведомого узла (ВЗГ или ГСЭ) полностью теряет возможность внешней принудительной синхронизации из-за нарушения как основного, так и всех резервных путей синхронизации. В этом случае генератор переходит в режим удержания (holdover), при котором запоминается частота сети принудительной синхронизации. По мере ухода с течением времени частоты генератора из-за дрейфа от величины, зафиксированной в начальный момент в памяти, он переходит в так называемый свободный режим (в англоязычной литературе – free-run mode). Этот режим синхронизации уже называется асинхронным и характеризуется большим расхождением частот генераторов, при котором, однако, еще не нарушается процесс передачи информационной нагрузки в сети связи.

2.7.3 Сеть синхронизации ТСС образуется совокупностью генераторов (ПЭГ, ВЗГ, ГСЭ), системой распределения синхросигналов в узлах связи SASE (Stand Alone Synchronization Equipment – отдельное оборудование синхронизации или блоки сетевой синхронизации БСС) и связью между ними и самими синхросигналами, которые транслируются в определенном порядке. В качестве синхросигналов в сети ТСС могут применяться следующие сигналы: цифровой сигнал 2048 кбит/с с кодированием в троичном коде HDB-3; гармонический одночастотный сигнал с частотой 2048 кГц; гармонический одночастотный сигнал с частотой 10 МГц или 5 МГц и некоторые другие. Блоки сетевой синхронизации (БСС) или SASE выполняются в соответствии с концепцией построения интегрированных сетей синхронизации BITS (Building Integrated Timing Supply). Интеграция при построении ТСС предполагает объединение транспортных сетей, сетей доступа, вторичных сетей для поддержки синхронизма. При этом сеть синхронизации должна проектироваться и создаваться как наложенная сеть.

2.7.4 Генераторы сигналов синхронизации. Генераторы систем синхронизации (сетей ТСС) подразделяются на два типа: атомные и кварцевые.

Атомные генераторы используют три атомных эталона: рубидий, цезий и водород. Рубидий поглощает микроволновые колебания на частоте 6 834 682 608 Гц, цезий – на частоте 9 192 631 770 Гц, водород – на частоте 1 420 405 751,768 Гц. Они используются в качестве ПЭГ.

Эталон рубидия обеспечивает стабильность частоты генератора на интервале времени 1 с – 10^{-11} ... 10^{-12}, 1 сутки – 10^{-12} ... 10^{-13}, месяц – 10^{-11}. Эталон рубидия требует коррекции, т.к. им присущ недостаток, обусловленный старением. Рубидиевый генератор используется в связке с GPS.

Цезиевые генераторы представляют собой первичные стандартные эталоны. В соответствии с международными соглашениями цезиевый генератор частоты определяет продолжительность времени в одну секунду. Это

продолжительность 9 192 631 770 периодов излучения, соответствующего переходу атома цезия -133 между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия -133. Стабильность частоты генератора на интервале времени 1 с – 10^{-11} ... 10^{-13}, 1 сутки – 10^{-13} .. . 10^{-14}, за год – 10^{-13}. Эталон не требует коррекции.

Водородный эталон – водородный лазер, обладает очень высокой стабильностью на коротких промежутках времени (несколько часов), стабильность оценивается величиной 10^{-15}. Тем не менее, он не заменяет цезиевый эталон из-за долговременного дрейфа.

Кварцевые генераторы подразделяются на три вида: обычные кварцевые, кварцевые с температурной компенсацией ТСХО (Temperature Compensated Crystal Oscillator) и охлаждаемые кварцевые источники ОСХО (Oven Compensated Crystal Oscillator). Они используются в качестве ГСЭ, ВЗГ.

Обычные кварцевые генераторы имеют стабильность в интервале времени 1с – 10^{-9}, в сутки – 10^{-7}, в год 10^{-6}.

Генераторы ТСХО имеют стабильность в интервале времени 1с – 10^{-9}, в сутки – 10^{-8}, в год 10^{-7}...10^{-8}.

Генераторы ОСХО имеют стабильность в интервале времени 1с – 10^{-9}...10^{-10}, в сутки – 10^{-7}...10^{-9}, в год 10^{-9}...10^{-11}.

Источники тактового синхронизма на основе GPS (Global Position System) глобальной системы позиционирования. В основе системы лежит использование низкоорбитальных спутников системы NAVSTAR. Одновременно над горизонтом в любой точке земного шара наблюдаются минимум три спутника. На спутниках размещаются цезиевые стандарты, которые генерируют сигналы заданного вида. Особенностью синхросигнала, генерируемого приемником от GPS, является его высокая долговременная стабильность и низкая кратковременная стабильность, которая зависит от количества спутников.

Генераторы тактового синхронизма ПЭГ и ВЗГ имеют достаточное число выходов синхросигналов. Однако для подключения синхросигналов с выходов мультиплексоров необходимо использовать аппаратуру разветвления сигналов синхронизации (АРСС). В состав АРСС входят блоки усилителей 2048 кГц, усилителей 2048 кбит/с, преобразования - передачи сигнала с одной тактовой частоты на другую. Технология сети DWDM предполагает синхронизацию сети с помощью существующих первичных эталонных генераторов (ПЭГ), от которых синхронизируются все остальные. Также на линиях передачи DWDM необходимо через каждые 20 сетевых элементов ставить вторичные задающие генераторы (ВЗГ).

Оборудование DWDM-сети отличается высокой надежностью. Все каналы в сети будут продублированы за счет объединения ее узлов в кольцевые структуры, что даст возможность системе управления сетью автоматически переключать основной канал на обходной, в случае отклонения качественных параметров от нормы. Переключение происходит без потери передаваемой информации, незаметно для пользователя. Такой принцип организации сети

позволяет обеспечить резервирование связи в случае затухания сигнала в волокне или выходе из строя различных элементов оборудования сети. Каналы первичной сети приходят на узлы связи, откуда кроссируются для использования во вторичных сетях. Можно сказать, что первичная сеть представляет собой банк каналов, которые затем используются вторичными сетями (сетью телефонной связи, сетями передачи данных, сетями специального назначения и т.д.). Для всех вторичных сетей этот банк каналов един, что предъявляет обязательные требования к стандартизации каналов. Система передачи для рассматриваемых участков выбрана с учетом:

– возможности аппаратуры по организации транзитных и магистральных потоков;

– возможности распределения потоков по участку с выделением их на каждой станции;

– скорости передачи цифровых потоков (емкость аппаратуры);

– возможности аппаратуры по обеспечению максимального расстояния между пунктами регенерации.

При поиске и выборе оборудования будут учитываться не только количественные параметры, но и удобство эксплуатации, ремонтопригодность, перспективы развития и надежность. Оборудование сети будет размещаться в специально оборудованных помещениях, арендованных или принадлежащих Компании, или в специально оборудованных контейнерах, по всей протяженности магистрали. Для внешнего электроснабжения оборудования планируется использовать существующие сети электропитания, отвечающие техническим требованиям.

2.8 Система управления транспортной сетью

Качественное управление сетями связи имеет большое значение для повышения их эффективности и производительности. Система управления сетью будет в той или иной степени реализовывать следующие свойства:

– рассредоточение центров опроса сетевых устройств, узлов и приложений (в соответствии с размером сети, пропускной способностью каналов связи и объемом управляемой информации);

– стандартизация и единая система представления данных для всей сети в целом;

– реализация корректного многопользовательского режима в рамках централизованного управления;

– интеллектуальность (встроенные экспертные системы, аппарат моделирования сетей, ситуаций, действий и проч.) для эффективной оперативной работы;

– открытость с соответствующим набором инструментальных средств высокого уровня для обеспечения тонкой настройки (в том числе и силами самого пользователя);

– возможность интеграции систем управления сетями с системами управления данными и информационными потоками, обслуживающими прикладные процессы, в единую комплексную систему управления.

При управлении сетью будут решаться следующие основные задачи:

– установка и управление конфигурацией: вывод параметров оборудования и установка функций связи;

– установление сквозных (точка-точка) соединений;

– управление маршрутами для узкополосной коммутации;

– управление путями и каналами для передачи и доступа;

– управление виртуальными каналами для широкополосной коммутации;

– активация служб: присвоение профилей служб и ресурсов сети абонентам;

– контроль гарантированного качества: наблюдение показателей работы, индикаторы доступности служб;

– обеспечение открытых интерфейсов и безопасности.

Система управления сетью позволит комплексно автоматизировать задачи эксплуатации и техобслуживания оборудования, осуществлять контроль ресурсов сети, обеспечивая высокое гарантированное качество обслуживания потребителей. Планируемая архитектура управления транспортной сетью будет представлена в двух уровнях:

Уровень управления элементами сети (EM). Будет выполнять функции управления SDH-оборудованием, такие как: конфигурация оборудования и кросс-соединений, отслеживание сигналов о неисправностях, тестирование и сбор данных по качеству.

Уровень управления сетью (NM). Будет осуществлять функции управления сетью, такие как: установление соединения "точка-точка", измерение качества для таких соединений, маршрутизацию, корреляцию сигналов о неисправностях по всей сети, графическое представление сети; конфигурацию сети; управление иерархической декомпозицией сети; уровневое представление сети; маршрутизация; мониторинг сигналов о неисправностях и событиях в сети; измерение качества.

Планируемая двухуровневая структура управления позволит контролировать первичную и вторичную сети, обслуживать клиентские соединения из одной основной точки центра управления – в городе Алматы, и резервной - в городе Астана. Такая структура управления сетью позволит квалифицированным специалистам Компании обслуживать свои сети, при этом, в случае острой необходимости высококвалифицированные специалисты одного центра готовы оказать необходимое содействие в администрировании и управлении выделенной высокоскоростной сетью передачи данных специалистам другого центра.

3 Расчет параметров ВОЛС

3.1 Паспортные технические данные приемопередающего оборудования и ВОК

При расчете применялись худшие технические характеристики в связи с обеспечением теоретического расчета без допущений:

– протяженность ВОЛС Кокшетау - Петропавловск L = 187 км;

– показатель преломления сердцевины: n = 1,467;

– рабочая длина волны: λ = 1,55 мкм;

– количество муфт (количество сростков): $n_{нс}$ =47;

– километрическое затухание в ОВ: α = 0,24 дБ/км;

– количество разъемных соединений: $n_{рс}$ = 4;

– потери на неразъемных соединениях (сростках): $A_{нс}$ = 0,05 дБ;

– потери на разъемных соединениях: $A_{рс}$ = 0,2 дБ;

– эксплуатационный запас для аппаратуры: $A_{эза}$ = 3 дБ;

– эксплуатационный запас для кабеля: $A_{эзк}$ = 3 дБ;

– мощность источника оптического излучения: $P_{вых}$ = + 13 дБм;

– чувствительность приемника: $P_{фпр}$ = - 25 дБм;

– Диапазон длин волн с нулевой дисперсией: от l_0 = 1301,5÷ 1321,5 нм;

– максимальная величина крутизны нулевой дисперсии: S_0 = 0,092 пс/(нм^2·км);

– максимальная ширина спектра излучения источника: $\Delta\lambda$ = 0,04 нм.

Коэффициент поляризационной модовой дисперсии:

– D_{PMD}=0,5пс/км$^{1/2}$;

– скорость передачи при STM-4 B_0 = 622,08 Мбит/с;

– скорость передачи при STM-64 B_0 = 9953,28 Мбит/с;

– начальная длительность импульса для STM-4 τ_0 = 401,88 пс;

– начальная длительность импульса для STM-16 τ_0 = 25,13 пс;

– $A_{эза}$ и $A_{эзк}$ берутся из технических условий (контрактных спецификаций) для оборудования ВОЛС.

3.2. Расчет дисперсии ВОЛС

При передаче сигналов по ВОЛС используются методы ИКМ, в результате чего передаваемая информация представляется в виде двоичных кодов - битов 1 и 0, причем 1 соответствует высокому уровню мощности, а 0 - низкому. Модулированный сигнал передается по ОВ импульсами с длительностью τ_0 и скоростью передачи B_0 бит/с. В процессе распространения вследствие дисперсии происходит «размывание» импульсов, т.е. увеличение их длительности.

Если длительность τ_L полученных приемником импульсов превысит битовый интервал, то произойдет наложение соседних импульсов друг на друга, что вызовет межсимвольную интерференцию. Следовательно, приемник не сможет распознать отдельные импульсы, и в результате этого увеличится коэффициент битовых ошибок BER. Битовый интервал T_0 связан со скоростью передачи сигналов B_0 соотношением:

$$T_0 = \frac{1}{B_0}. \qquad (3.1)$$

Таким образом, для нормального функционирования ВОЛС необходимо:

– обеспечить длительность полученного импульса τ_L, не превышающую исходный битовый интервал;

– обеспечить полученную мощность равную чувствительности приемника $P_{фпр}$ или ввести запас, превышающий $P_{фпр}$.

Вот почему при проектировании ВОЛС с большей скоростью передачи важнейшими техническими характеристиками являются дисперсия и затухание ОВ.

Расчет поляризационной модовой дисперсии. Поляризационная модовая дисперсия рассчитывается:

$$\tau_{PMD} = D_{PMD} \cdot \sqrt{L} = 0{,}5 \cdot \sqrt{80{,}394} = 4{,}48 \text{ пс.}$$

Расчет хроматической дисперсии. Предельное значение коэффициента хроматической дисперсии с учетом диапазона длин волн нулевой дисперсии определяется:

$$D_{\max}(\lambda) = S_0(\lambda - \lambda_{0\min}^4 / \lambda^3)/4, \qquad (3.2)$$

Отсюда, $D_{\max}(\lambda)$=0,092·(1550 - $(1301{,}5)^4/1550^3$)/4 = 17,92 пс/(нм·км), что соответствует техническим характеристикам, взятым из паспорта волоконно-оптического кабеля, для длины волны λ = 1,55 мкм

Отсюда можно рассчитать значение хроматической дисперсии:

$\tau_{chr\max}(\lambda) = D(\lambda)\cdot\Delta\lambda\cdot L =$ 17,92·0,04·80,394=57,63 (пс), которое определяет увеличение длительности импульса.

С учетом поляризационной модовой дисперсией результирующая дисперсия будет определяться из следующего выражения:

$$\tau_{рез} = \sqrt{\tau_{chr}^2 + \tau_{PMD}^2} = \sqrt{(57{,}63)^2 + (4{,}48)^2} = 57{,}8 \text{ пс.}$$

Т.к. битовый интервал $T_0 = \dfrac{1}{B_0}$ получим:

для STM-4: T_0= 1607,5 пс,

для STM-64: T_0= 100,5 пс.

Максимально допустимая величина уширения импульсов определяется из условия, что допустимая длительность импульса:

$$\tau = \frac{T_0}{2}. \qquad (3.3)$$

Следовательно, при скорости передачи $B_0 =$ 622,08 Мбит/с (STM-4) допустимая длительность импульса будет $\tau = 824$ пс, а при скорости передачи $B_0 =$ 9953,28 Мбит/с – $\tau = 50{,}25$ пс.

Начальная длительность импульсов определяется из выражения:

$$\tau_0 = \frac{T_0}{4}. \qquad (3.4)$$

Конечная длительность импульса выражается через его начальную длительность τ_0 соотношением:

$$\tau = \sqrt{\tau_0^2 + \tau_{рез}^2} \qquad (3.5)$$

Тогда длительность импульса, увеличенная за счет дисперсии, будет:

для STM-4:

$\tau = \sqrt{(401{,}88)^2 + (57{,}80)_{рез}^2} =$ 406,01 пс,

для STM-64:

$\tau = \sqrt{(25{,}13)^2 + (57{,}80)_{рез}^2} =$ 63,01 пс. Т.е. при скорости передачи $B_0 =$ 9953,08 Мбит/с (STM-64), оптический импульс, уширенный вследствие дисперсии, превысит допустимую величину $\tau = 50{,}25$ пс. Поэтому, чтобы по ВОК передавать сигналы STM-64, необходимо компенсировать хроматическую дисперсию в линии связи.

3.3 Расчет энергетического бюджета

Используя данные, затухание ВОЛС рассчитывается:

$A = A_{нс} \cdot n_{нс} + \alpha \cdot L + A_{рс} \cdot n_{рс} =$ 0,05·23 + 0,24·80,394 + 0,2·4 =

= 1,15 + 19,295 + 0,4 = 21,045(дБ)

Следовательно, энергетический бюджет будет:

$A_{эб} = P_{вых} - P_{фпр} - A_{эза} - A_{эзк} - A =$ + 13 – (– 25) – 3 – 3 – 21,045 =

= 10,955 (дБм)

Полученное значение затухания волоконно-оптической линии находится в пределах допустимых значений, т.к. рассчитанный энергетический бюджет ($A_{эб}$) получился положительным.

3.4 Расчет линии связи с учетом компенсации дисперсии

Модули для компенсации дисперсии должны удовлетворять ряду требований: малые потери, малые габариты и вес, малая потребляемая мощность, малая стоимость.

На сегодняшний день для компенсации дисперсии применяют два метода:

– основанный на использовании DC волокна;

– на основе FBG.

Учитывая достоинства и недостатки упомянутых методов фирмы, занимающиеся предоставлением услуг волоконно-оптической связи, предпочитают использовать модули компенсации с DCF.

Модули с DC волокнами удовлетворяют большинству требований, в частности не потребляют мощность и обладают небольшими габаритами и весом, и в основном используются в системах со скоростью передачи 10Гбит/с (STM-64).

Компании Corning и Lucent Technologies в настоящее время являются основными производителями модулей с DC волокнами. В таблице 3.1 для сравнения показаны технические характеристики устройств, производимых этими компаниями.

Физически модуль для компенсации дисперсии устанавливается в стойке приемопередающей аппаратуры, один компенсатор на одно оптическое волокно. Но из-за больших потерь, вносимых модулем, его нежелательно устанавливать на выходе оптического кабеля, т.к. это приведет к уменьшению сигнала на входе в оптический усилитель, и, следовательно, к увеличению отношения сигнал/шум.

Т а б л и ц а 3.1 - Параметры модулей с DCF для компенсации дисперсии

Компания	Corning			Lucent Technologies		
Тип модуля	DCM-40	DCM-60	DCM-80	DK-40	DK-60	DK-80
Компенсируемая длина линии	40	60	80	40	60	80
Среднее значение PMD, пс	1,1	1,4	1,5	0,6	0,75	0,9
Вносимое затухание, дБ	5,0	6,8	8,6	5,2	7,0	7,9
Полная дисперсия, пс/нм	- 658	- 988	- 1317	- 680	- 1020	- 1360

На практике принято компенсировать дисперсию по всему линейному тракту после каждого оптического усилителя.

Но так как в данной ВОЛС усилители входят в состав приемопередающей аппаратуры, то оптимальным является размещение модуля между оптическим усилителем передающего оборудования и оптическим кабелем. Полная скомпенсированная дисперсия рассчитывается с учетом раннее полученных параметров и данных из таблицы 3.1.

Полная отрицательная дисперсия модуля компенсации:

$$\tau_{DC} = (-1360) \cdot 0{,}04 = -54{,}4 \text{ (пс).}$$

Следовательно, полная скомпенсированная дисперсия в каждом ОВ линии связи будет:

$$\tau_{резС} = \tau_{рез} + \tau_{DC} = 57{,}8 - 54{,}4 = 3{,}4 \text{ (пс).}$$

В результате, конечная длительность импульса на выходе оптического кабеля при скорости передачи B_0 = 9953,28 Мбит/с (STM-64) будет:

$$\tau_C = \sqrt{(25{,}125)^2 + (3{,}4)^2} = 25{,}35 \text{ (пс),}$$

что намного меньше допустимого значения.

Поскольку компенсатор дисперсии вносит дополнительные достаточно большие потери, необходимо рассчитать энергетический бюджет с учетом этих потерь:

$A_{эб} = P_{вых} - P_{фпр} - A_{эза} - A_{эзк} - A - A_{DC}$ = + 13 – (– 25) – 3 – 3 – 21,045 – 7,9 = 3,055 (дБ),

где A_{DC} – потери, вносимые модулем компенсации дисперсии.

Таким образом, из полученных значений параметров можно заключить, что после компенсации дисперсии энергетический бюджет остается положительным, а конечная длительность импульса находится в допустимых пределах.

Следовательно, передача информации со скоростью 10 Гбит/с на данной ВОЛС становится осуществимой.

3.5 Расчет числа каскадов линейных EDFA

На рисунке 3.1 показана типовая диаграммы мощности сигнала в процессе распространения, а также процесс накопления шума в линии из каскада усилителей EDFA. Каждый усилитель осуществляет усиление сигнала (коэффициент усиления $g(\lambda)$ (дБ) и вносит определенный уровень шума $N_0(\lambda)$ (Вт). Далее будем пренебрегать мощностью шума нулевых флуктуаций.

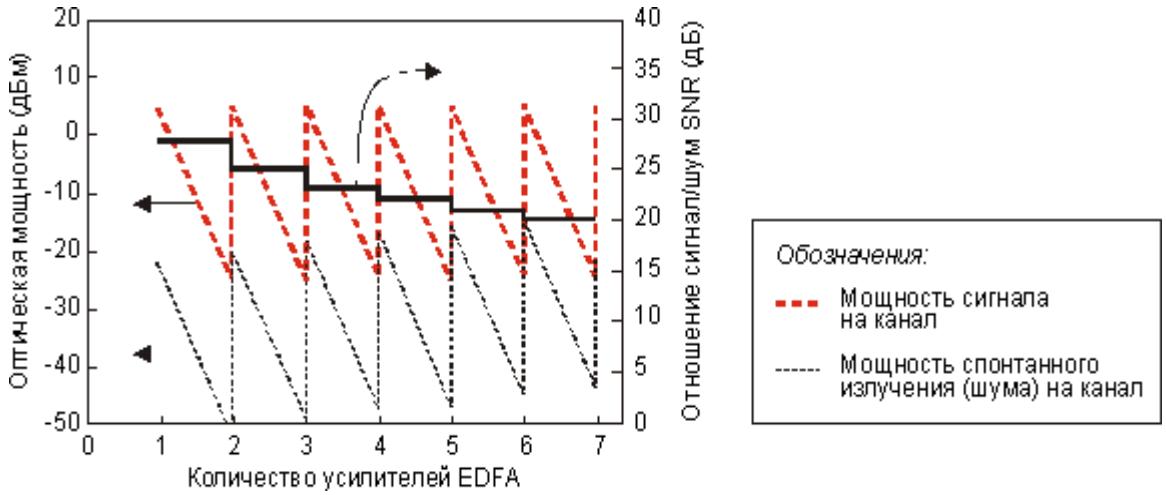


Рисунок 3.1 - Диаграммы мощности в межрегенерационной линии с каскадом усилителей EDFA

Обозначим удельное затухание в волокне α(дБ/км), тогда полное затухание на длине L(км) сегмента между EDFA составляет αL. Ниже приведены основные соотношения, описывающие процессы затухания в линии и усиление на EDFA для полезного сигнала и шума:

$$\alpha L = 10\lg\left(P_{out\,i-1}/P_{in\,i}\right), \tag{3.6}$$

$$g = 10\lg\left(P_{out\,i}/P_{in\,i}\right), \tag{3.7}$$

$$\alpha L = 10\lg\left(N_{out\,i-1}/N_{in\,i}\right), \tag{3.8}$$

$$g = 10\lg\left(\frac{N_{out\,i} - N_0}{N_{in\,i}}\right), \qquad (3.9)$$

где введены обозначения $P_{in\,i}, P_{out\,i}, N_{in\,i}, N_{out\,i}$ соответственно для мощности входного и выходного сигнала, а также входного и выходного шума по отношению к усилителю i.

Оптические усилители характеризуются определенной мощностью насыщения выходного сигнала P_{outsat}. Эффективная работа усилителя достигается при таком входном сигнале, когда выходной сигнал сравним с мощностью насыщения (обычно немного превосходит мощность насыщения) - при меньшем уровне входного сигнала возрастает удельный вес постоянной составляющей вносимого шума, а при большем уровне входного сигнала (следовательно и входного шума) происходит усиление только шума..

Таким образом, в идеально сбалансированной линии из каскада усилителей $P_{out\,i-1} = P_{out\,i} = P_{outsat}$. Отсюда $\alpha L = g$. Тогда, приравнивая соотношения (10) и (11) получаем $N_{out\,i} = N_{out\,i-1} + N_0$. Пренебрегая уровнем шума N_{out0} в выходном сигнале от стартового регенератора, т.е. положив $N_{out0} = 0$ для отношения сигнал/шум на выходе k-го усилителя находим: $snr_k = 10\lg\left(P_{outsat}/N_{outk}\right) = 10\lg\left(P_{outsat}/kN_0\right)$ дБ. И окончательно, если мощность сигнала и шума указана в дБм, запишем это соотношение в виде:

$$snr_k = p_{outsat} - n_{out} - 10\lg k \text{ (дБ)}, \qquad (3.10)$$

где $n_{out} = 10\lg N_{out} = n_{out\,id\,\Delta\nu} + nf = -134{,}1 + 10\lg\Delta\nu + g + nf$ (дБм), значение $\Delta\nu$ нужно подставлять в Гц.

Как видно из (формулы 3.10), SNR падает с ростом числа каскадов EDFA. Допустимая величина SNR сильно зависит от сетевого/телекоммуникационного стандарта.

По этой причине выбор оптических усилителей с теми или иными параметрами, равно как расчет максимального число усилителей в регенерационной линии и максимальной протяженности сегментов, должны проводится строго в соответствии с планируемым сетевым приложением.

Например, если в мультиплексных каналах одновременно будут использоваться сетевые стандарты: ATM/STM1, ATM/STM-4, Gigabit Ethernet, STM-16, то достаточно удовлетворить самому жесткому требованию на SNR из них, в данном случае это - STM-16.

3.6 Определения тактовой сетевой синхронизации

Термины и определения ТСС первоначально приведены в рекомендации МСЭ-Т G.810. Ряд терминов и определений, которые необходимы для дальнейшего изложения материала, приведены ниже.

Тактовая сетевая синхронизация представляет собой один из видов синхронизации, необходимой для обеспечения функционирования цифровых систем передачи и коммутации. Тактовая синхронизация это процесс точного временного соответствия между принимаемым сигналом и последовательностью тактовых импульсов.

В цифровых системах понятие "синхронизм" тесно связано с понятием "проскальзывания" (slips).

Проскальзывание – исключение или повторение в цифровом сигнале одного или нескольких бит, происходящее вследствие различия в скоростях записи и считывания двоичных данных в буферных устройствах.

Проскальзывание может быть управляемым или неуправляемым.

Проскальзывание, которое не приводит к сбою цикловой синхронизации, называют управляемым. При этом сигнал с потерями восстанавливает синхронизм.

При неуправляемом проскальзывании моменты потери и повторения позиций в цифровом сигнале невосполнимы.

Количество проскальзываний является предметом нормирования и служит основой определения требований к тактовым генераторам сети синхронизации.

Нормирование проскальзываний введено с рекомендации МСЭ-Т G.822 для стандартного цифрового условного эталонного соединения длиной 27 500 км основного цифрового канала 64 кбит/с между абонентскими окончаниями. Это соединение представляет собой соединение двух национальных сетей через несколько международных транзитов и насчитывает в общей сложности до 13 узлов и станций (из них пять центров международной коммутации и на каждой национальной сети по третичному, вторичному и первичному центру коммутации). В таком соединении может происходить:

а) не более пяти проскальзываний за 24 часа в течение 98,9% времени работы;

б) более пяти проскальзываний за 24 часа, но менее 30 за один час в течение 1% времени работы;

в) более 30 проскальзываний за один час в течение 0,1% времени работы.

Время работы – не менее одного года. Качество, обозначенное а), соответствует псевдосинхронному режиму сети. Качество, обозначенное б), оценивается как пониженное качество, при котором сохраняется трафик. Качество, обозначенное в), считается неудовлетворительным и соответствует нарушению соединения.

Фазовые дрожания – кратковременные отклонения значащих моментов цифрового сигнала от их идеальных положений во времени. Если частота отклонений превышает 10 Гц, то их называют джиттером (Jitter). Если частота отклонений не превышает 10 Гц, то их называют блужданиями или вандером (Wander). На рисунке 3.2 представлены характеристики импульсного сигнала с изменением значащих моментов.

В современной технологии контроля получила распространение практика измерения амплитуды дрожания цифрового сигнала в единицах времени: абсолютных (микросекунды) или приведенных – единичных интервалах (Unit Interval). Одним единичным интервалом называется время, необходимое для передачи одного бита информации с заданной скоростью передачи.

Источниками тактовых сигналов в цифровых системах и сетях являются тактовые генераторы, которые подразделяются на первичный эталонный (ПЭГ), ведомый/вторичный задающий (ВЗГ), генератор сетевого элемента (ГСЭ).

Число проскальзывании, которые возникают из-за ухудшения качества синхронизации, определяется следующей формулой:

Число проскальзывания за 24 часа = (число секунд за сутки) x (число циклов в секунду) x (D f / fo), (3.11)

где (D f / fo) – точность синхронизации.

Если длительность цикла 125 мкс, цикловая частота равна 8 кГц, число секунд в сутках – 86 400, то число проскальзываний определяется:

$$N_{проск} = 6{,}9 \times 10^{8} \times (D f / fo) \qquad (3.12)$$

Соотношение (3.12) позволяет определить связь норматива на проскальзывания и требуемую точность синхронизации. При стабильности тактового генератора 2×10^{-11} число проскальзывании в сутки составит:

$$N_{проск} = 13{,}8 \times 10^{-3},$$

т. е., возникнет одно проскальзывание за 72,5 суток, что соответствует требованию рекомендации G.822.

Первичный эталонный генератор (ПЭГ) – высокостабильный генератор, долговременное относительное отклонение частоты которого от номинального значения поддерживается не превышающим 1×10^{-11} при контроле по универсальному координированному времени.

Ведомый или вторичный задающий генератор (ВЗГ) – генератор, фаза которого подстраивается по входному сигналу, полученному от генератора более высокого или того же качества. ВЗГ обеспечивает, как правило, высокую кратковременную относительную стабильность частоты (около 10^{-9}.....10^{-11}) и

существенно более низкую относительно ПЭГ долговременную относительную стабильность (около 10^{-8}).

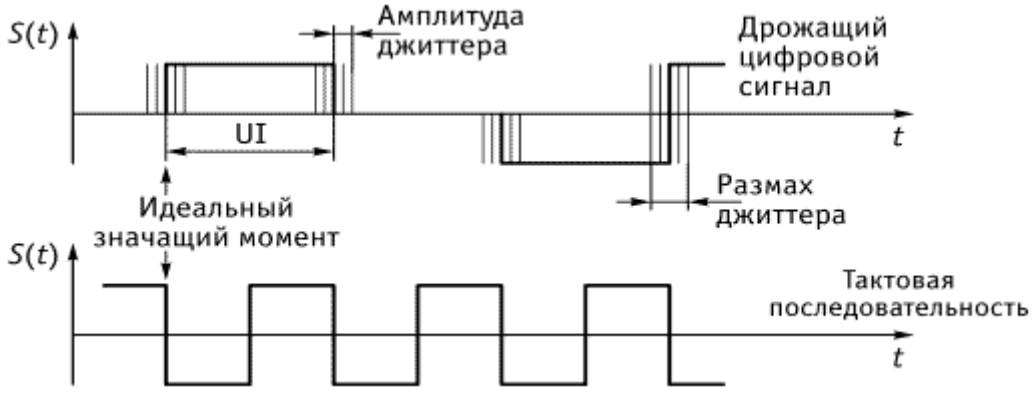


Рисунок 3.2 - Временные диаграммы цифрового сигнала

3.7 Порядок разработки схемы сети тактовой синхронизации

Перед разработкой схемы синхронизации необходимо усвоить следующее. Каждый узел сети синхронизации обычно использует только один сигнал синхронизации, который затем может быть распределен между оборудованием внутри станции, начиная с точки получения синхронизации по схеме "звезда" без трансляций синхронизма в цепочке внутри узла. С этой целью рекомендуется использовать сигнал 2 048 кбит/с (2 048 кГц). На больших узлах необходимо использовать дополнительную аппаратуру разветвления синхросигналов (АРСС). Каждый узел должен иметь основной и резервные источники синхронизма. Если в случае отказа узел не может получать сигнал синхронизации ни по основному, ни по резервному маршруту, то необходимо в узле установить генератор горячего резерва (ВЗГ). При проектировании для каждого сетевого элемента индивидуально должны быть определены установки порогов качества и приоритетов.

В связи с необходимостью обеспечения высокой надежности оборудования ТСС рекомендуется применять следующие меры: резервировать электропитание и все блоки ПЭГ, ВЗГ, ГСЭ, интерфейсы; резервировать все пути доставки синхросигналов к сетевым элементам. Основой при разработке схемы тактовой синхронизации сети является детальная схема организации транспортной сети. При проектировании схемы синхронизации должно быть обеспечено согласование оборудования ПЭГ, ВЗГ, ГСЭ. Направление распределения синхросигналов должно быть указано стрелками в схеме синхронизации. На входах оборудования, предназначенного для принудительной синхронизации, должны быть указаны уровни качества (Q1-Q6), обозначены входы (T_1-T_3) и приоритеты (P1-P15 и т.д.) использования приходящих сигналов.

Транспортные сети часто строятся в виде колец и цепей. Планирование синхронизации кольца и цепей должно выполняться отдельно, т.к. в кольцах планируются механизмы самовосстановления. При этом для колец желательно иметь два ВЗГ.

Множественно-кольцевые сети необходимо разделять на несколько самовосстанавливающихся подсетей. Внутри каждой подсети синхронизация реализуется относительно просто. Возможно создание специальных колец распределения синхросигналов. В линейной цепи распределения синхронизма также рекомендуется планировать два ВЗГ для поддержки устойчивой синхронизации в случае нарушений в линии или в источниках синхросигналов. Узел для установки ПЭГ должен быть определен оптимально, т.е. так, чтобы поддержать передачу синхросигналов к узлам по “дереву” через минимальное число секций. В большинстве случаев ведущий узел определяется оператором сети. Если это не сделано, то выбор ведущего узла должен делать проектировщик. При этом критериями выбора могут быть: минимальное число иерархических уровней, равномерно сбалансированное “дерево” (с примерно одинаковым числом элементов в ветвях), максимально возможное число элементов на первом уровне иерархии. В зависимости от требуемого уровня надежности в таких узлах может потребоваться установка дополнительных резервных источников. Иерархическая диаграмма поможет обнаружить петли синхронизации. Важное правило при исключении петель состоит в том, чтобы сигнал всегда шел с верхнего уровня на нижний в направлении стрелок (как для основных, так и для резервных путей). Пример иерархической диаграммы приведен на рисунок 3.3 Целесообразно проводить проверку разработанных схем путем моделирования отказов при тестировании фрагментов сети ТСС.

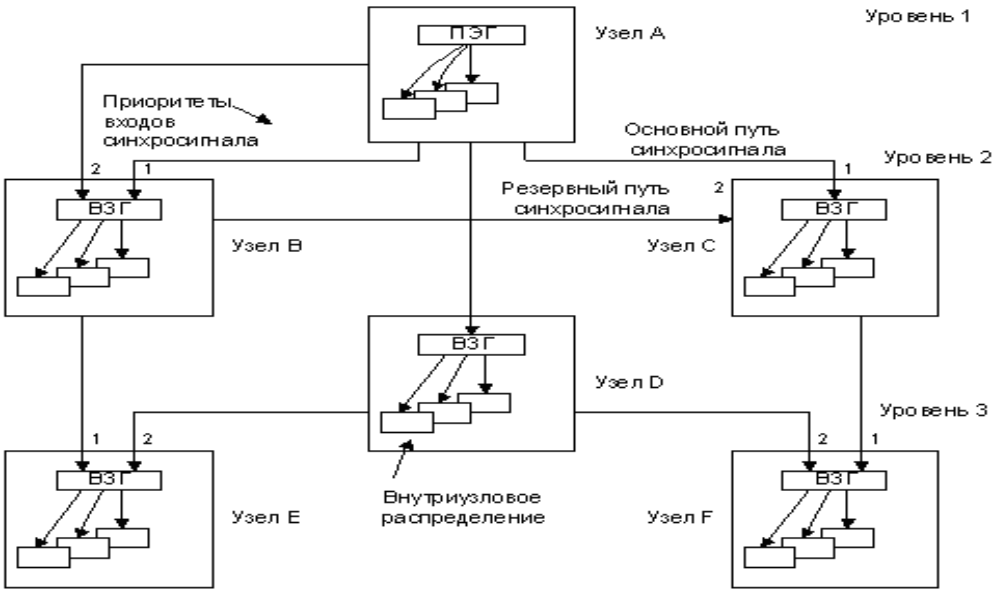


Рисунок 3.3 - Схема межузловой синхронизации

Кроме того, необходимо учитывать уже существующий опыт проектирования ТСС. В частности, число ГСЭ в одной цепи не должно

превышать 10 -15 между ВЗГ. Общее число ГСЭ вместе с ВЗГ не должно быть более 45. При этом рекомендуется число ВЗГ устанавливать не более 6 -7.

3.8 Оценка надежности оптического кабеля

Обеспечение надежности – это комплексная задача, включающая в себя разработку методик оценки, расчета, контроля параметров и технического обслуживания ВОЛС.

ВОСП представляет собой сложное сооружение, состоящее из большого количества различных устройств. При их работе всегда есть вероятность отказов, которые в зависимости от назначения устройства и места включения в тракт передачи могут привести к частичному или полному отказу системы передачи. Для оценки работоспособности системы производится расчет показателей надежности.

Под надежностью системы передачи принято понимать свойство системы передачи выполнять свои функции с сохранением качественных показателей в определенных пределах в течение периода эксплуатации или заданной наработки. Надежность системы передачи может быть оценена лишь после определения ряда качественных показателей и сравнения их с допустимыми значениями.

На надежность ВОЛС существенным образом влияет наличие металла в конструкции кабеля (практика показывает, что отсутствие броневого покрова приводит к увеличению вероятности повреждений от механических нагрузок).

Другим существенным фактором, воздействующим на надежность оптического кабеля, является влага (приводит к росту микротрещин на поверхности оптического волокна).

При выборе конструкции ОК надо учитывать также экономическую целесообразность и рассчитать во что обойдется увеличение надежности ВОЛС при использовании той или иной конструкции кабеля, имеющей более высокие параметры надежности.

Для определения надежности системы передачи рассчитывают следующие основные показатели: интенсивность отказов; среднее время наработки на отказ; вероятность безотказной работы; среднее время восстановления; коэффициент готовности; интенсивность восстановления; коэффициент простоя.

По всей длине магистрали, протяженностью l=20 км. Определяем интенсивность отказов магистрали по формуле :

$$\lambda_{маг} = \lambda_к \cdot l_к + \lambda_{оп} \cdot \lambda_{нрп} \qquad (3.47)$$

где $\lambda_{маг}$ – интенсивность отказов магистрали, 1/ч;

$\lambda_к$, $\lambda_{оп}$, $\lambda_{нрп}$ – интенсивности отказов кабеля, ОП, 1/ч;

$l_к$ – длина кабеля, км;

Учитывая, что на магистрали не применяются регенераторы, а только мультиплексоры ввода вывода рассчитаем следующим образом:

$\lambda_{маг} = 0{,}33 \cdot 10^{-6} \cdot 20 + 7 \cdot 10^{-5} \cdot 2 = 1{,}466 \cdot 10^{-4}$

Среднее время наработки на отказ определяется как величина обратная интенсивности отказов:

$$T_{ср.маг} = 1/\lambda_{маг} = 1/\ 1{,}466 \cdot 10^{-4} = 6821{,}3\ (ч) \qquad (3.48)$$

Вероятность безотказной работы определяется из значения интенсивности отказов магистрали за время наблюдения t = 24 ч.:

$$P(t) = \ell^{-t/\ Tср.маг} = \ell^{-\lambda_{маг} \cdot t} = \ell^{-1{,}466 \cdot 10^{-4} \cdot 24} = 0{,}996 \qquad (3.49)$$

Определяем среднее время восстановления магистрали по формуле:

$$T_{в.маг} = 1/\lambda_{маг}\ (\lambda_к \cdot l_к \cdot T_{в.к} + \lambda_{оп} \cdot \lambda_{нрп} \cdot T_{в.оп}) \qquad (3.50)$$

где $T_{в.к}$, $T_{в.оп}$, – соответственно время восстановления кабеля.

$T_{в.маг} = 6821{,}3 \cdot (0{,}33 \cdot 10^{-6} \cdot 20 \cdot 4{,}75 + 7 \cdot 10^{-5} \cdot 2 \cdot 0{,}5) = 0{,}7$ (ч)

Интенсивность восстановления есть величина обратная времени восстановления магистрали:

$$\mu = 1/T_{в.маг} = 1/0{,}7 = 1{,}428\ (1/ч) \qquad (3.51)$$

Коэффициент готовности магистрали определяем по формуле:

$$К_{г.маг} = T_{ср.маг}/(T_{ср.маг} + T_{в.маг}) \qquad (3.52)$$

$К_{г.маг} = 6821{,}3/(6821{,}3 + 0{,}7) = 0{,}999897$

Коэффициент простоя:

$$К_{п.маг} = 1 - К_{г.маг} = 1 - 0{,}999897 = 0{,}000103 \qquad (3.53)$$

Для определения вероятности безотказной работы от времени наблюдения воспользуемся программным продуктом. Окно программы

построения зависимости вероятности безотказной работы от времени наблюдения приведен на рисунке 3.7.

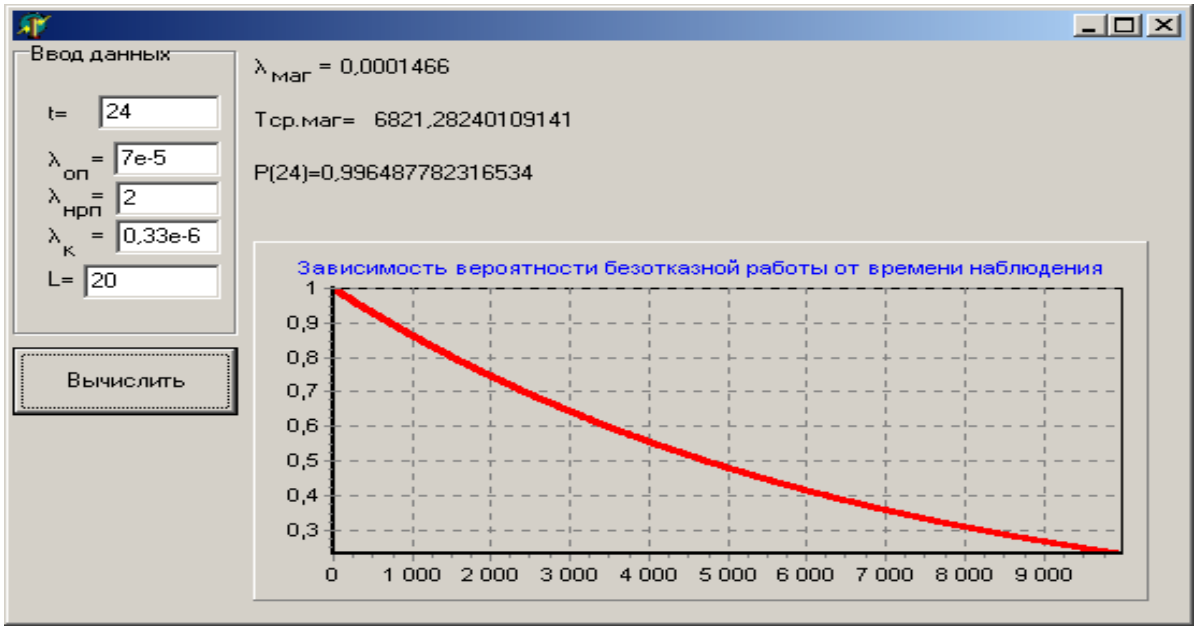


Рисунок 3.7 - Окно программы построения зависимости вероятности безотказной работы от времени наблюдения

Вывод: результат проведенных расчетов показывает, что при данных входных параметрах вероятность безотказной работы равна 99,6%.Интерфейс программы позволяет визуально проследить изменение вероятности безотказной работы за определенный промежуток времени. В приложении А приведен листинг данной программы.

4 Технико-экономическое обоснование проекта

4.1 Цель проекта

Отрасль связи в настоящее время развивается высокими темпами. По этой причине постоянно требуется модернизация систем телекоммуникаций.

В моем бизнес-плане предлагается модернизовать и построить до современных стандартов оптико-волоконную магистраль по Республики Казахстан.

Предполагается, что цена проекта составит 2405500 долларов США. В зависимости от различных факторов, влияющих на проект, период окупаемости от 1 года 3 месяцев до 1 года 5 месяцев.

Основной целью реализации проекта является захват в течение 5-7 лет с момента завершения строительства магистральной сети не менее 15% внутреннего магистрального рынка связи Казахстана, а именно рынка Интернет и передачи данных, а также захват до 10% доли международного транзита в направлениях Европа - Китай, Европа - Центральная Азия, Китай - Центральная Азия. Помимо этого, Компания нацелена на получение ежегодного объема доходов не менее 65 млн. долларов США в течение 5 лет после завершения строительства магистрального ВОЛС путем предоставления клиентам всего спектра современных услуг связи на уровне международных стандартов.

Строительство высокоскоростной оптической магистрали с выходом на сопредельные государства позволит Компании повысить свою конкурентоспособность и выйти на одно из ведущих мест среди магистральных операторов Казахстана, что в свою очередь окажет активное содействие государственному курсу вхождения Казахстана в число 50 наиболее конкурентоспособных стран мира и выполнению основных требований при вступлении в ВТО, в части строительства современной транспортной и инфокоммуникационной инфраструктуры.

Модернизация и строительство ВОЛС пройдет по следующим участкам Республики Казахстан:

– Астана - Павлодар - Семей – Актогай;

– Чу – Арыс - Сары-Агаш - трансграничный переход в направлении Узбекистана;

– Арысь – Кызыл- Орда - Актобе;

– Костанай – Кокшетау – Пресногорьковская - Золотая сопка (Российская Федерация) - трансграничный переход в направлении Российской Федерации;

– Макат – Мангистау.

К концу 2011г. будут введены в промышленную эксплуатацию три основных кольца телекоммуникационной системы на базе ВОЛС. В итоге будут созданы две независимые инфраструктуры в масштабах всей республики:

собственная современная цифровая инфотелекоммуникационная сеть железной дороги и первичная волоконно-оптическая магистраль АО «Транстелеком».

Основное назначение проектируемой модернизации сети – организация первичной синхронной цифровой сети связи, построение которой может привести к:

– ускорению телефонизации городов, путем увеличения количества, качества и надежности соединительных линий между городскими и сельскими АТС;

– созданию благоприятных условий для развития перспективных сетей мобильной связи, путем предоставления соответствующим организациям цифровых каналов для соединения базовых станций;

– быстрому развитию глобальных административных и корпоративных сетей передачи данных, путем предоставления операторам этих сетей высокоскоростных каналов, поддерживающих большинство протоколов и технологий сетей передачи данных.

Дополнительными целями реализации проекта по модернизации сети СЦИ являются:

– ускорение процессов цифровизации телефонных сетей Казахстана;

– создание предпосылок для развития региональных сетей (В) ISDN;

– развитие рынка телекоммуникационных услуг в Казахстане;

– получение прибыли от предоставлении цифровых каналов операторам телефонной сети общего пользования и других сетей связи.

4.2 Маркетинговый план

Настоящий маркетинг ориентирован как на товар или услугу, так и на потребителя. Это два основных компонента, обеспечивающие предприятию рост доходов и уменьшение риска банкротства. Успех на рынке обеспечен, если удается удержать потребителей и неуклонно расширять их круг. Потребитель – это тот, с кем не следует спорить, а тем более предоставлять плохой товар или некачественную услугу. В настоящее время деятельность Общества законодательно регулируется как субъекта естественной монополии, как доминирующего оператора и как оператора универсального обслуживания. АО «Транстелеком» включено в республиканский раздел Государственного регистра субъектов естественных монополий по услугам пропуска телефонного трафика для операторов связи, услугам по присоединению к сети телекоммуникаций общего пользования сетей операторов связи, услугам по предоставлению телефонной канализации в аренду операторам связи, услугам присоединения сетей операторов IP- телефонии и пропуска трафика операторов IP-телефонии, а также в Государственный реестр субъектов рынка, занимающих доминирующее (монопольное) положение на определенном

товарном рынке по «Услугам фиксированной местной телефонной связи, телеграфной связи и доступа в Интернет» и «Услугам по предоставлению международной, междугородной (внутризоновой) телефонной связи посредством фиксированной телефонной связи».

4.3 Ценообразование

Специалисты по финансовому менеджменту склонны выделять два основных этапа ценообразовательного процесса на предприятии. Этап первый. Определение базовой цены, т.е. цены без скидок, наценок, транспортных, страховых, сервисных компонентов и др. Этап второй. Определение цены с учетом выше указанных компонентов, скидок, наценок и прочее. Существует, далее, 5 основных методов определения базовой цены, которые можно использовать изолированно, либо в различных комбинациях друг с другом:

– метод полных издержек или, по-английски, Full Cost Pricing, Target Pricing, Cost Plus Pricing;

– метод стоимости изготовления (переработки) – Conversion Cost Pricing;

– методы определения цены на базе сокращенных затрат: метод прямых затрат – Direct Cjsting Sistem – и метод маржинальных (предельных) издержек - Marginal Cost Pricing;

– метод рентабельности (доходности) инвестиций – Return on Investment Prising;

– семейство методов маркетинговых или рыночных оценок – Prising based on Market Considerations.

4.4 Политика в области качества

Принятие Правительством РК программы «Качество на 2001-2005гг» (№590 от 02.05.2001г), изменение государственной политики в области связи, направленной на развитие конкуренции в отрасли, способствовало выбору одной из главных стратегических целей компании АО «Транстелеком» - обеспечение потребителей сети телекоммуникаций общего пользования (СТОП) широким спектром услуг телекоммуникаций с гарантированным уровнем качества на территории Республики Казахстан. В АО «Транстелеком», включая Центральный аппарат и его 13 филиал, успешно разработана, внедрена и сертифицирована система менеджмента качества, что подтверждено Сертификатом соответствия системы менеджмента качества АО «Қазақтелеком» требованиям СТ РК ИСО 9001-2001 (ИСО 9001:2008) применительно к проектированию, разработке, предоставлению и организации предоставления телекоммуникационных услуг. С целью формализации

намерения руководства АО «Транстелеком» (далее - Общество, компания) применять принципы всеобщего управления качеством утверждена "Политика в области качества".

4.5 Финансовый план

Расчет необходимого количества инвестиций. АО «Транстелеком» заключает контракт с компанией Cisco Systems на строительство, монтаж и наладку оборудования DWDM.

Выбор именно этой компании определяется техническими характеристиками оборудования этой компании (высокая скорость передачи, необходимое количество каналов, надежность, совместимость с продукцией других компаний), а также приемлемой ценой.

Сравнительный анализ цен ведущих компаний производителей аппаратуры ВОЛС на базе DWDM приведен в таблице 4.1.

Т а б л и ц а 4.1 – Стоимость аппаратуры DWDM основных компаний-производителей

Аппаратура (Производитель)	OptiX 3500 (Huawei)	SURPASS hit 7500 (Siemens)	ONS 15808 DWDM (Cisco Systems)
Цена, $	800000	760000	840000

Т а б л и ц а 4.2 – Затраты на приобретение основного оборудования

Наименование	Количество, шт	Норматив инвестиций,	Общая сумма,
OptiX 3500 (Huawei)	2	800000,0	1600000,0
Cisco ONS 15454 DWDM	2	350000	700000,0
PRO2000 Probe Ear Piece	3	35000,0	105500,0
Итого			2405500,0

Т а б л и ц а 4.3 – Структура капитальных вложений

Типы расходов	Стомость, $
Капитальные вложения на приобретение основного оборудования	2405500
Разработка проекта DWDM сети, техническая документация 1.5 % от стоимости оборудования.	36082,5
Капитальные вложения на приобретение дополнительного оборудования, оценивается в 10% от стоимости оборудования	240550
Инсталляционные работы (включая командировочные расходы) оценивается в 5% от стоимости оборудования	120275

Продолжение таблицы 4.3	
Транспортные расходы, учитывая размеры сети, удаленность отдельных точек и необходимость повторной транспортировки в случае неисправности оборудования будим рассчитывать как 3% от стоимости оборудования.	72165
Итого капитальных затрат	2874572,5

Определение капитальных вложений, $К_{\Sigma}$:

$$K_{\Sigma} = K_{O} + K_{Проект} + K_{Д} + K_{ИНСТ} + K_{ТС}, \qquad (4.1)$$

где: $К_{О}$ – капитальные вложения на основное оборудования;

$К_{Проект.}$ – плата за создание дизайн-проекта;

$К_{Д}$ – капитальные вложения на приобретение дополнительного оборудования;

$К_{ИНСТ}$ – Инсталляционные работы (включая командировочные расходы)

$К_{ТС}$ – капитальные вложения на транспортные средства.

Подставив соответственные показатели, взятые из таблицы 4.3, получится:

$К_{\Sigma}$ = 2405500 + 36082,5 + 240550 + 120275 + 72165 = 2874572,5$

Что составляет 422562,16 тыс. тенге

Т а б л и ц а 4.4 – Штат производственных работ

Наименование должностей	Количество штатных единиц, чел.
Штат ОРП	7
Штат РВБ	20
Штат по обслуживанию линии связи	32
Всего:	59

Определение фонда оплаты труда ФОТ:

$$ФОТ = З_{ОСН.} + З_{ДОП.}, \qquad (4.2)$$

где: $З_{осн.}$ – основная заработная плата;

$З_{доп.}$ – дополнительная заработная плата.

Средняя заработная плата на одного служащего ОРП и РВБ составляет 60000 тг.

Средняя заработная плата на одного служащего для обслуживания линий связи составляет 70000 тг.

Заработная плата за срок строительства:

ЗП1 = 7 · 12 ·60000 = 5040 тыс тг

Годовой фонд оплаты труда по штатам ОРП, РВБ:
ЗП2 = 20 · 12 · 60000 = 14400 тыс тг

Годовой фонд оплаты труда по штатам ОЛС:

ЗП3 = 32 · 12 · 70000 = 26880 тыс тг
Дополнительная заработная плата составит:

Здоп = 0,2 · (5040+14400+26880) = 9264 тыс тг.

Тогда ФОТ составит:
ФОТ = 39240 + 7848 = 55584 тыс. тенге

Отчисления на социальные нужды составляют:

$$C_C = 0{,}11 \cdot (ФОТ - 0{,}1 \cdot ФОТ) \qquad (4.3)$$

Социальный налог составит 11% от ФОТ, тогда с вычетом пенсионного фонда, который составит 10% от ФОТ, отчисления на социальные нужды составят:

C_C = 0,11 · (55 584– 0,1· 55 584) = 5502,82 тыс. тенге

По существующему положению, в настоящее время, норма амортизации H_A на оборудование связи составляет 15% от стоимости всего оборудования, тогда амортизационные отчисления, А составят:

$$A = \frac{H_A \cdot \sum K}{100\%} \qquad (4.4)$$

$$A = \frac{H_A \cdot K_\Sigma}{100\%} = \frac{15 \cdot 422562{,}16}{100} = 63384{,}32 \text{ тыс. тенге}$$

Расходы на материалы и запасные части составляют 2% в год:

$$M = 0{,}02 \cdot K \qquad (4.5)$$

М = 0,02 · 422562,16=8451,24 тыс тг.

Электроэнергия:

$$C_{эл} = W \cdot Ц_{квтт} \cdot N_{рп} \cdot 8760; \qquad (4.6)$$

где W- потребляемая мощность одного регенерационного пункта в час (W= 3 кВт);

ЦкВт – цена киловатта энергии (Цквт = 14,36 тг.);

Nрп – количество регенерационных пунктов ($N_{рп}$ = 4);

8760 – количество часов в году.

$C_{эл}$=3 · 11 · 4 · 8760=1156,32 тыс.тг.

Так как на приобретение основного станционного оборудование средства выделяются из собственных средств оператора, то выплаты по кредиту учитываться не будут.

Т а б л и ц а 4.5 – Годовые эксплуатационные расходы в 2013 г.

Наименование показателя	Сумма	Удельный вес
ФОТ, тыс. тенге	55584	28,5
Отчисления на социальные нужды, тыс. тенге	5502,82	2,82
Амортизационные отчисления, тыс. тенге	63384,32	32,5
Расходы на материалы и запасные части, тыс. тенге	8451,24	4,33
Затраты на электроэнергию, тыс. тенге	1126,32	0,58
Расходы периода, тыс.тенге	10500	5,38
Расходы на рекламу, тыс.тенге	3000	1,54
Расходы на обучение персонала, тыс.тенге	15000	7,69
Накладные расходы (20% от Эр), тыс. тенге	32509,74	16,67
Эксплуатационные расходы, тыс. тенге	195058,44	100

В 2014 году структура эксплуатационных расходов потерпит следующие изменения:

– расходы на рекламы снизятся на 50%;

– расходы на обучение персонала снизятся на 6667%.

В итоге эксплуатационные расходы за 2014 год составят:

Т а б л и ц а 4.6 – Годовые эксплуатационные расходы в 2014 г.

Наименование показателя	Сумма	Удельный вес
ФОТ, тыс. тенге	55584	30,66
Отчисления на социальные нужды, тыс. тенге	5502,82	3,03
Амортизационные отчисления, тыс. тенге	63384,32	34,97
Расходы на материалы и запасные части, тыс. тенге	8451,24	4,66
Затраты на электроэнергию, тыс. тенге	1126,32	0,62
Расходы периода, тыс.тенге	10500	5,79
Расходы на рекламу, тыс.тенге	1500	0,83
Расходы на обучение персонала, тыс.тенге	5000	2,76
Накладные расходы (20% от Эр), тыс. тенге	30209,74	16,68
Эксплуатационные расходы, тыс. тенге	181258,44	100

Расчет экономической эффективности. Расчет экономической эффективности начинается с определения валовой прибыли и чистого дохода.

Валовая прибыль от реализации услуг определяется как разность между доходом от основной деятельности предприятия и его эксплуатационными расходами. Валовая прибыль за 2014 год находится по следующей формуле:

$$Пр_{(2010)} = Д_{осн(2010)} – Э_р \quad (4.7)$$

$Пр_{(2010)} = Д_{осн(2010)} – Э_р$ = 559642 – 195058,44 = 364583,56 тыс.тг

Чистый доход за 2010 год составляет:

$$ЧД_{(2010)} = Пр_{(2010)} – КПН_{(2010)}, \quad (4.8)$$

где КПН – корпоративный подоходный налог. В Республике Казахстан ставка КПН составляет 20%.

$ЧД_{(2010)}$ = 364583,56 – 0,2·364583,56 = 291666,85 тыс.тг

Валовая прибыль в 2011 году составит:

$Пр_{(2011)} = Д_{осн(2011)}$ – Эр = 873462 – 181258,44 = 692203,56

После перечисление КПН чистый доход составит:
$ЧД_{(2011)}$ = 692203,56 – 0,2·692203,56 = 553762,85

Таким образом, чистый доход первого года полностью уходит на покрытие капитальных вложений. Срок окупаемости определяем следующим образом:

$$T = 1 + \frac{K - ЧД_{(2010)}}{ЧД_{(2011)}}, \quad (4.9)$$

$$T = 1 + \frac{422562{,}16 - 291666{,}85}{553762{,}85} = 1{,}24$$ года или 1 год и 3 месяца.

Расчет экономической эффективности с учетом дисконтирования. Так же определим капитальные вложения методом расчета абсолютной величины чистого дохода NPV. Коэффициент PV – это коэффициент дисконтирования или норматив приведения, при установлении которого следует учитывать инфляционное изменение покупательной способности денег в течение рассматриваемого периода времени, необходимость обеспечения минимального гарантированного уровня доходности и риск инвестора. Чистая приведенная стоимость определяется по формуле:

$$NPV = \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad (4.10)$$

где I_0 - сумма первоначальных затрат, т.е. сумма инвестиций на

начало проекта;

CF - современная стоимость денежного потока на протяжении экономической жизни проекта.

В этом случае коэффициент дисконтирования рассчитываем по формуле:

$$\alpha_t = \frac{1}{(1+r)^t} \qquad (4.11)$$

где α_t - коэффициент дисконтирования;

r - норма дисконта;

t - номер шага расчета.

r=15% годовых;

Составляем таблицу 4.7, в которой произведем расчеты по вышеприведенным формулам.

Т а б л и ц а 4.7 – Показатели эффективности (с дисконтированием)

Наименование показателя	Годы	
	2010	2011
Доходы от реализации услуг, тыс. тенге	559642	873462
Эксплуатационные расходы, тыс. тенге	195058,44	181258,44
Валовая прибыль, тыс. тенге	364 583,56	692 203,56
Чистая прибыль - доходы после налогообложения, тыс. тенге	291666,85	553 762,85
Коэффициент приведения, Кпр	0,87	0,76
Приведенный чистый доход, тыс. тенге	253750,16	420859,77
Приведенный чистый доход с нарастающим итогом, тыс. тенге	253750,16	674609,93
Капитальные вложения, тыс. тенге	422562,16	422562,16
Приведенные чистые поступления, тыс. тенге	-168812	252047,77

Исходя из вышеприведенного финансово-экономического обоснования данного проекта, можно сделать вывод, что данный проект является экономически выгодным и эффективным, так как срок окупаемости с учетом дисконтирования не превышает заданный:

– срок окупаемости без дисконтированием: 1 год 3 месяца < 5 лет;

– срок окупаемости с дисконтированием: 1 год 5 месяцев < 5 лет.

По проведенным расчетам видно, что данный проект имеет большие перспективы на нашем рынке. Расчетный срок окупаемости данного проекта без дисконтирования 1 год 3 месяца, что не превышает нормативных показателей – 5 лет и соответствует методическим указаниям по расчету эффективности КВ.

5 Безопасность жизнедеятельности

5.1 Анализ условий труда в используемом помещении

Под условиями труда понимается совокупность фактов производственной среды, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда.

Исследования условий труда показали, что факторами производственной среды в процессе труда являются: санитарно – гигиеническая обстановка, психофизиологические элементы, эстетические элементы, социально – психологические элементы.

Из вышеперечисленного следует, что производственная среда, создающая здоровые и работоспособные условия труда, главным образом обеспечивается выбором технологического процесса, материалов и оборудования; распределением нагрузки между человеком и оборудованием; режимом труда и отдыха, эстетической организацией среды и профессиональным отбором работающих.

При организации условий труда учитывается воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов, которые могут привести к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья и заболеванию или снижению работоспособности.

Организация и улучшение условий труда на рабочем месте является одним из важнейших резервов производительности труда и экономической эффективности производства, а также дальнейшего развития самого работающего человека. В этом главное проявление социального и экономического значения организации и улучшения условий труда.

Для поддержания длительной работоспособности человека большое значение имеет режим труда и отдыха. Под рациональным физиологически обоснованным режимом труда и отдыха подразумевается такое чередование периодов работы с периодом отдыха, при котором достигается высокая эффективность общественно- полезной деятельности человека, хорошее состояние здоровья, высокий уровень работоспособности и производительности труда.

После установления нормального производственного процесса сменный режим труда и отдыха рабочих становится фактором ритмизации труда, эффективным средством предупреждения утомления работающих.

Рациональная организация труда на рабочем месте связана с такой проблемой, как правильная организация работы в течение всей недели, что обеспечивается систематической научной организацией производства.

Для поддержания длительной работоспособности человека имеет большое значение не только суточный и недельный режим труда и отдыха, но и месячный, поэтому законодательством о труде предусмотрен еженедельный

непрерывный отдых продолжительностью не менее сорока двух часов. А рациональный годовой режим труда и отдыха обеспечивается ежегодным отпуском.

Для создания оптимальных условий труда на рабочем месте необходимо, чтобы на предприятии были установлены оптимальные показатели этих условий для каждого вида производства, состоящие из данных, характеризующих производственную среду.

Для получения доступа к работе все принимаемые должны проверить состояние здоровья, т.е. пройти медицинский профотбор.

Создание оптимальных условий труда. Организация и улучшение условий труда на рабочем месте является одним из важнейших резервов производительности труда и экономической эффективности производства, а также дальнейшего развития самого работающего человека. В этом главное проявление социального и экономического значения организации и улучшения условий труда.

Для поддержания длительной работоспособности человека большое значение имеет режим труда и отдыха. Под рациональным физиологически обоснованным режимом труда и отдыха подразумевается такое чередование периодов работы с периодом отдыха, при котором достигается высокая эффективность общественно- полезной деятельности человека, хорошее состояние здоровья, высокий уровень работоспособности и производительности труда.

Важной организационной предпосылкой рационального сменного режима труда является устранение вызванных случайными перебоями производственного процесса простоев штурмовщины.

После установления нормального производственного процесса сменный режим труда и отдыха рабочих становится фактором ритмизации труда, эффективным средством предупреждения утомления работающих.

Рациональная организация труда на рабочем месте связана с такой проблемой, как правильная организация работы в течение всей недели, что обеспечивается систематической научной организацией производства.

Для поддержания длительной работоспособности человека имеет большое значение не только суточный и недельный режим труда и отдыха, но и месячный, поэтому законодательством о труде предусмотрен еженедельный непрерывный отдых продолжительностью не менее сорока двух часов. А рациональный годовой режим труда и отдыха обеспечивается ежегодным отпуском.

Для создания оптимальных условий труда на рабочем месте необходимо, чтобы на предприятии были установлены оптимальные показатели этих условий для каждого вида производства, состоящие из данных, характеризующих производственную среду.

Для получения доступа к работе все принимаемые должны проверить состояние здоровья, т.е. пройти медицинский профотбор.

5.2 Организация рабочего места оператора

Организация рабочего места зависит от характера труда оператора и условий труда.

Комфортность труда и высокая производительность на рабочем месте оператора зависит также от правильного выбора основного и вспомогательного оборудования, которое должно отвечать эргономическим требованиям.

Рабочее место должно обеспечивать возможность удобного выполнения работы.

Рабочее место включает в себя информационное поле и моторное поле.

Важным моментом в организации рабочего места является также определение занимаемой им производственной площади.

Не менее важным вопросом в организации рабочего места является вопрос организации его обслуживания, так как от этого зависит не только производительность труда, но и режим труда и отдыха работающих, ритмичность производства.

Микроклимат производственных помещений

По определению, приведённому в ГОСТе, микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей.

Общее состояние и производительность труда работающих в значительной степени зависит от микроклимата производственного помещения.

Температура воздуха – одна из ведущих факторов, определяющих микроклимат производственных помещений.

Влажность воздуха – это содержание в нём паров воды.

Физиологически оптимальной является относительная влажность в пределах 40…60%. Повышенная влажность воздуха в сочетании низкими температурами оказывает значительное охлаждающее действие, а в сочетании с высокими способствует перегреванию организма.

Подвижность воздуха. Человек начинает ощущать движение воздуха при его скорости примерно 0,1 м/с.

Под оптимальными микроклиматическими условиями понимают такие сочетания параметров микроклимата, которые при длительном систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального функционального и теплового состояния организма без напряжения механизма терморегуляции.

Допустимыми микроклиматическими условиями называют такие сочетания параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать приходящие быстро нормализующиеся изменения функционального и теплового состояния

организма и напряжённую работу механизма терморегуляции, не выходящую за пределы физиологических приспособительных возможностей.

Вентиляция. Под вентиляцией понимают систему мероприятий и устройств, предназначенных для обеспечения на постоянных рабочих местах, в рабочей и обслуживаемой зонах помещений метеорологических условий, соответствующих гигиеническим и техническим требованиям.

В зависимости от способа перемещения воздуха различают вентиляцию естественную и механическую.

5.3 Пожарная безопасность

Безопасность людей при пожаре, а также сокращение возможного ущерба от них достигается обеспечением пожарной безопасности производственных объектов.

Пожарная безопасность производственных объектов обеспечивается разработкой и осуществлением систем предотвращение пожаров и систем пожарной защиты. Эта задача решается как на стадии проектирования оборудования, так и в процессе его эксплуатации.

Характеристика помещения. Центр управления связью (ЦУС) - это комната оперативного состава, где обеспечивается круглосуточный режим работы. Технический персонал состоит из: начальника отдела, группы поддержки пользователей (по одному человеку), четыре сменных дежурных-операторов, одна уборщица. В дневную смену в помещении Центра управления сетью (ЦУС) работают два человека, начальник отдела и сменный дежурный-инженер, раз в сутки приходит уборщица. В ночную смену в помещении ЦУС работает один сменный дежурный оператор.

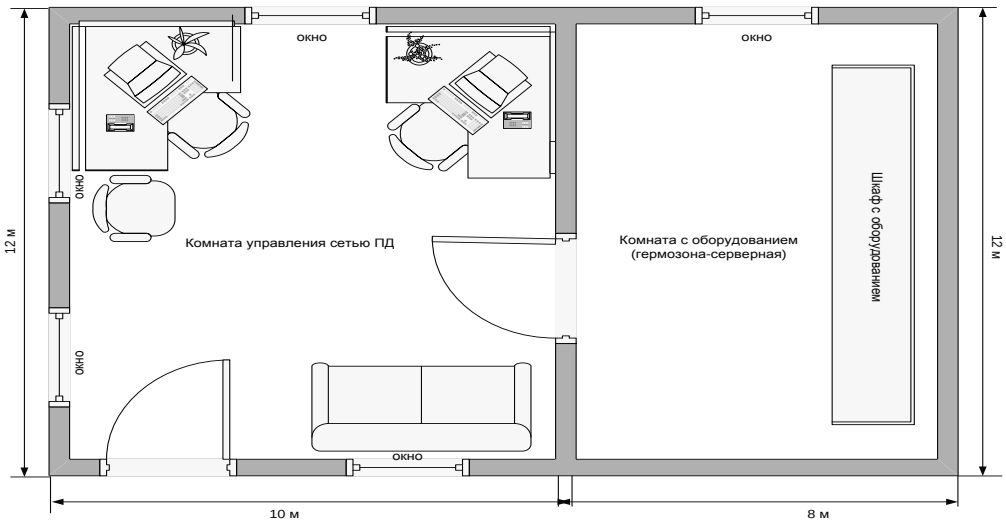


Рисунок 5.1 – План помещения

Согласно ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ "Воздух рабочей зоны, общие санитарно-гигиенические требования", работа людей в помещении ЦУСа относится к работе средней тяжести, т.к. управление оборудованием осуществляется дистанционно с помощью компьютеров. Категории работ по энергозатратам приведены в таблице таблица 5.1.

В таблице 5.2 приведены оптимальные микроклиматические условия согласно ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ для физической работы средней тяжести. В помещении оператора в период летнего времени температура повышается до +28°С, температура зимнего периода от +18 до +20°С.

Т а б л и ц а 5.1 - Категории работ по энергозатратам организма

Работа, Категория	Энергозатраты организма, Дж/с (ккал/час)	Характеристика работы
Физическая средней тяжести, IIа	172 – 232	Связанная с ходьбой, выполняемая стоя или сидя, но не требующая перемещения тяжестей

Сравнивая существующие параметры микроклимата операторской и оптимальные микроклиматические условия для работы средней тяжести видно что, в летнее время существует избыток тепла. Таким образом, для поддержания условий микроклимата в помещении оператора, целесообразно оборудовать его системой кондиционирования.

Т а б л и ц а 5.2 − Оптимальные нормы параметров микроклимата

Период работы	Категория работы	Температура,° С	Скорость движения воздуха не более, м/с
Холодный и переходный	II а	18-20	0,2
Теплый	II а	21-23	0,3

5.4 Расчет системы освещения помещения

Естественное освещение по своему спектральному составу является наиболее благоприятным. По конструктивным особенностям естественное освещение подразделяется на боковое, осуществляемое через световые проемы в наружных стенах (окна); верхнее, осуществляемое через световые проемы в покрытии и фонари; и комбинированное – сочетание верхнего и бокового естественного освещения.

Естественное освещение характеризуется коэффициентом естественного освещения КЕО. КЕО – отношение естественной освещенности, создаваемой в

некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба (непосредственном или после отражений), к значению наружной горизонтальной освещенности – создаваемой светом полностью открытого небосвода, %.

При боковом естественном освещении нормируется минимальное значение, при верхнем и комбинированном освещениях нормируется среднее значение КЕО.

Если по условиям технологического процесса возникает необходимость обеспечения различных уровней освещенности на разных участках помещения, допускается деление помещения на зоны с боковым освешением – зоны, примыкающие к наружным стенам с окнами, и зоны с верхним освещением. В этом случае нормирование и расчет естественного освещения в каждой зоне проводится раздельно.

Нормированное значение КЕО приводятся для III пояса светового климата, для остальных поясов светового климата нормированные значения КЕО определяют по формуле:

$$e_н^{IV} = e_н^{III} \times m \times c, \qquad (5.1)$$

где $e_н^{III}$ - значение КЕО для III пояса;

m – коэффициент светового климата;

c – коэффициент солнечного климата.

В таблице 5.1 приведены значения m и c для района Казахстана. Рассчитаем площадь боковых световых проемов офиса, необходимой для создания нормируемой освещенности на рабочих местах.

Исходные данные:

– офис имеет размеры: длина L = 12 м., ширина B = 10 м., высота H = 4м. Высота рабочей поверхности над уровнем пола 0,5 м., окна начинаются с высоты 1 м., высота окон 2 м.

– предприятие находится в городе Алматы т. е. IV световой пояс.

– рядом с офисом находится на расстоянии 10 м здание высотой 7 м., с трех других сторон затеняющих зданий нет.

Расчет естественного освещения заключается в определении площади световых проемов.

При боковом освещении определяют площадь световых проемов (окон) S0, обеспечивающую нормированные значения КЕО, по формуле:

$$100 \times \frac{S_0}{S_n} = \frac{e_н^{IV} \times \eta_0}{\tau_0 \times r_1} \times к_{зд} \times к_з . \qquad (5.2)$$

Из формулы (5.2) определим площадь световых проемов:

$$S_0 = \frac{S_п \cdot e_н^{IV} \cdot \eta_0 \cdot к_{зд} \cdot к_з}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_1}, \quad (5.3)$$

где $S_п$ – площадь пола помещения, м^2;

$e_н$ – нормированное значение КЕО;

$к_з$ – коэффициент запаса;

τ_0 - общий коэффициент светопропускания:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4, \quad (5.4)$$

η_0 - световая характеристика окон;

r_1 – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя, прилегающего к зданию.

Площадь пола:

$$S_п = L \cdot B = 12 \cdot 10 = 120\ м^2, \quad (5.5)$$

Определим значение КЕО по формуле (5.1):

$e_н^{IV} = e_н \cdot m \cdot c$,

m = 0,9;

c = 0,75;

$e_н$ = 1,2 (для работ средней точности IV разряда);

$e_н^{IV} = 1{,}2 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}75 = 0{,}81$.

Определим η_0. Отношение длины к глубине (т.е. наиболее удаленной точки от окна) равна 12:10 = 1,2 (для работ средней точности IV разряда);

Отношение,

$$\frac{B}{h_1} = \frac{10}{2{,}5} = 4, \quad (5.6)$$

h_1 = 2,5 м, т.к. окна начинаются с высоты 1 м. h_1 – высота от уровня рабочей поверхности до верха окна. Отсюда η_0=21.

В качестве светопропускающего материала используем стекло оконное листовое двойное, переплеты деревянные двойные раздельные, вид несущих покрытий – стальная ферма. В качестве солнцезащитного устройства используем убирающиеся регулируемые жалюзи.

τ_1 = 0,8; τ_2 = 0,6; τ_3 = 0,9; τ_4 = 1.

Определим общий коэффициент светопропускания по формуле (5.4):

$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4$,

$\tau_0 = 0{,}8 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}9 \cdot 1 = 0{,}43$.

Средний коэффициент отражения в помещении $\rho_{ср}$ = 0,5 принимаем двустороннее боковое освещение. Определяем значение r_1:

$$\frac{B}{h_1} = \frac{10}{2{,}5} = 4\,, \qquad (5.7)$$

$$\frac{l}{B} = \frac{4}{10} = 0{,}4\,, \qquad (5.8)$$

Принимаем r_1=1,9.

Рядом стоящее здание находится на расстоянии Р = 10 м., высота здания $Н_{зд}$ = 7 м.

Найдем соотношение между расстоянием до здания к его высоте:

$$\frac{P}{H_{зд}} = \frac{10}{7} = 1{,}42\,, \qquad (5.9)$$

$К_{зд}$ = 1,2; Коэффициент запаса принимаем $К_з$ = 1,2. Подставляя все значения в формулу (5.3), получаем:

$$S_0 = \frac{120 \cdot 0{,}81 \cdot 21 \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}2}{100 \cdot 0{,}43 \cdot 1{,}9} = 35{,}97 = 36 \quad м^2.$$

Так как предусматривали двустороннее боковое освещение, то площадь световых проемов на одной стороне будет равна:

$$\frac{36}{2} = 18 \quad м^2.$$

так как высота оконных проемов равна 2 м., то, следовательно, длина их составит:

$$\frac{18}{2} = 9 \text{ м.}$$

Таким образом, площадь световых проемов составит с одной стороны 18 $м^2$, симметрично расположены световые проемы и на противоположной стороне (стене). Таким образом имеем 4 окна, по два с каждой стороны каждое площадью 9 $м^2$ ($2 \times 4{,}5$).

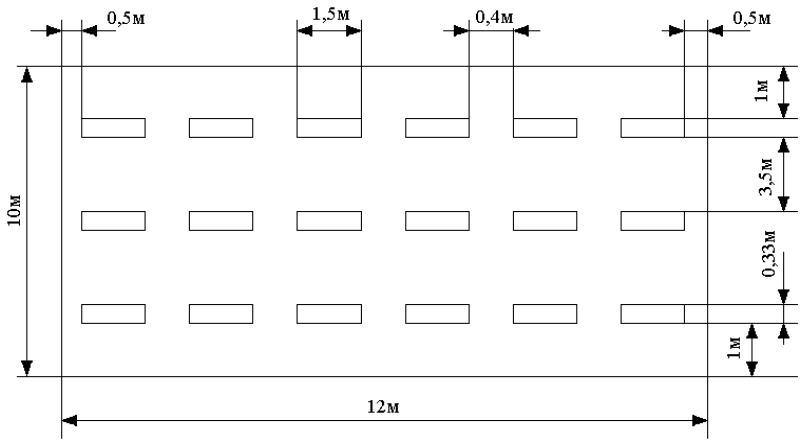


Рисунок 5.2 – Размещение светильников в офисе

Необходимое количество ламп:

$$N = \frac{E \cdot к_з \cdot S \cdot I}{Ф_л \cdot \eta}, \quad (5.10)$$

$$N = \frac{150 \cdot 1{,}5 \cdot 120 \cdot 1{,}6}{4070 \cdot 0{,}56} = 18 \text{ ламп.}$$

Размещаем 3 ряда по 6 ламп с расстоянием между ними по 0,4 м. (учитывая, что длина лампы 1514,2 мм.).

Всего для создания нормируемой освещенности 150 лк необходимо 18 ламп ЛД мощностью 80 Вт.

5.5 Расчет системы кондиционирования ЦУС

Приведем расчет системы кондиционирования в помещении ЦУС. Кондиционирование обеспечивает наилучшее микроклимата в помещении и условия работы точной и чувствительной аппаратуры, и должно выполняться в соответствии с главой СНиП РК 2.04.05-2002 “Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха”.

Определим количество воздуха L м^3/ч, которое необходимо вывести за один час из помещения ЦУС, чтобы вместе с ним удалить избыток тепла $Q_{изб}$, определяется по формуле:

$$L = \frac{Q_{ИЗБ}}{C_В \cdot t \cdot y_В}, \text{м}^3/\text{ч}, \quad (5.11)$$

где $C_В$ – теплоемкость сухого воздуха, ккал/кг ($C_В$=0,24 ккал/кг град);

$t = t_{УХ} - t_{ВХ}$ – при расчетах возьмем t=5˚С;

$y_В$ – плотность уходящего воздуха, определяемая в зависимости оттемпературы, кг/м^3 (при расчетах принимается $y_В$=1,20 кг/м^3).

Определим избыточное тепло $Q_{ИЗБ}$, клал/ч:

$$Q_{ИЗБ} = Q_П - Q_{ОТ}, \quad (5.12)$$

где $Q_П$ – количества тепла поступающего в воздух помещения, ккал/ч;

$Q_{ОТ}$ – теплоотдача в окружающую среду через наружные ограждения (в теплое время года, при расчетах можно принять нулю).

Количество тепловыделений $Q_П$ зависит от мощности оборудования, числа работающих людей и тепла, которое вносится в помещение через оконные проемы:

$$Q_П = Q_{ОБ} + Q_Л + Q_Р, \quad (5.13)$$

где $Q_{ОБ}$ – тепло, выделяемое производственным оборудованием, ккал/ч;

$Q_{Л}$ – тепло выделяемое людьми, ккал/ч;

QР – тепло, вносимое солнечной радиацией, ккал/ч.

Тепло, выделяемое производственным оборудованием ЦУС, определяется из соотношения:

$$Q_{ОБ} = 860 \cdot P_{ОБ} \cdot n, \qquad (5.14)$$

где 860 – тепловой эквивалент 1 кВт·ч, то есть тепло, эквивалентное 1 кВт·ч электрической энергии;

$P_{ОБ}$ – мощность, потребляемая оборудованием автозала $P_{ОБ}$=11 кВт;

n – коэффициент перехода тепла в помещение, n=0,75;

$Q_{ОБ} = 860 \cdot 11 \cdot 0{,}75 = 645$ ккал/ч

Тепло, вносимое солнечной, радиацией, определяется из соотношения:

$$Q_{P} = m \cdot F \cdot g_{ОСТ}, \qquad (5.15)$$

где m – количество окон в помещении;

F –площадь одного окна F= 9 м^2;

$g_{ОСТ}$ – солнечная радиация через остекленную поверхность, то есть количество тепла, вносимое за 1ч через остекление площадью в 1 м^2.

$Q_{P} = 1 \cdot 9 \cdot 145 = 1305$ ккал/ч

Тогда тепловыделение составит:

$Q_{ИЗБ} = Q_{П} = 645 + 1305 = 1950$ ккал/ч

Необходимый воздухообмен рассчитаем:

$L = \dfrac{1950}{0{,}24 \cdot 5 \cdot 1{,}20} = 1354{,}16$ м^3/ч

Отношение количества воздуха, поступающего в помещение за один час, к объему помещения называется кратностью воздухообмена:

$$K = \frac{L}{V_{П}}, \qquad (5.16)$$

где $V_{П}$ – объем помещения $V_{П}$ = 111,435 м^3;

$K = \dfrac{1354{,}16}{111{,}435} = 12{,}15$.

5.6 Расчет искусственного освещения офиса

Условия искусственного 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 в офисе должны быть учтены следующие основные условия: создание нормируемой освещенности наиболее экономичным путем (применение газоразрядных ламп), соблюдение требований к качеству освещения; безопасный и удобный доступ для обслуживания; наименьшая протяженность и удобство монтажа групповой сети; надежность крепления.

Рассчитаем общее освещение. Для офиса характерным является чистота помещения. Исходные данные:

– разряд зрительной работы – 4;

– размеры помещения:

– длина (а) 12м;

– ширина (b) 10 м;

– высота (с)4 м.;

– коэффициент отражения по 4 разряду зрительных работ:

– потолка ρ пот = 70%;

– стен ρ ст. = 50%;

– пола ρ пол.= 30%;

– нормируемая освещенность - 150 лк.;

– в офисе принята система общего освещения 18 люминесцентными лампами II группы ЛД, мощностью 80 Вт и световым потоком Фл = 4070 лм.;

– расчетная высота подвеса – рабочая поверхность ламп находится на высоте 0,5 м от пола.

Определим расположение светильников общего в помещении:

$h = 4 - 0{,}5 = 3{,}5$ м.

Наивыгоднейшее расстояние межу светильниками определим как:

$$L = \lambda \cdot h, \tag{5.17}$$

где λ – расстояние между соседними светильниками равное 1,4 м

$L = 1{,}4 \cdot 3{,}5 = 4{,}9$ м.

Определим индекс помещения по формуле:

$$I = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{12 \cdot 10}{3{,}5 \cdot (12 + 10)} = 1{,}6 \tag{5.18}$$

Принимаем 3 ряда светильников с расстоянием от стен по 0,5 м, между рядами по 3,5 м, ширина лампы 0.33 м. Коэффициент использования η = 56%.

Коэффициент запаса Кз = 1,5.

5.7 Расчет защитного заземления

При работе с оборудованием существует вероятность поражения током постоянной частоты обслуживающего персонала. При замене блоков питания, блоков коммутации и т.п. в оборудовании, возможны случайные прикосновения к неизолированным электрическим частям, находящимся под напряжением питания (от 48 до 60 В). Это напряжение опасно для жизни. Поэтому данное оборудование необходимо заземлить. Защитное заземление должно обеспечивать защиту людей от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям корпуса оборудования Cisco 7204 VXR, catalyst swith, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции. Защитное заземление выполняется преднамеренным электрическим соединением металлических частей электрических установок с землей (заземляющим устройством). При случайном прикосновении человека к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением, но заземленным, потенциал поражения понизится до безопасной величины.

Предполагаются сооружения заземлителя с внешней стороны здания с расположением вертикальных электродов по контуру. В качестве вертикальных заземлителей принимаем стальные стержни диаметром 15 мм и длиной 3 м; верхние концы электродов на глубине 0,7 м, к ним привариваются горизонтальные электроды стержневого типа из той же стали. Решение сводится к следующему:

– согласно правилам устройства электроустановок сопротивления заземляющего устройства R3 = 4 Ом, за расчетное R3 = 3 ом - принимаем;

– предварительное расстояние между вертикальными электродами - 3м;

– сопротивление искусственного заземления при отсутствии естественного RH -R3 = 3 Ом;

– расчетное удельное сопротивление грунта с учетом пниматических коэффициентов для горизонтальных и вертикальных электродов соответственно: ррг = 273 Ом·м; ррв =105 Ом·м.

Сопротивление растекания одного вертикального электрода стержневого типа.

$$R_{ОВЭ} = \frac{\rho_{РВ}}{2 \cdot \pi \cdot l_B} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l_B}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t_B + l_B}{4 \cdot t_B - l_B} \right), \qquad (5.19)$$

где $l_в$ = 3 мм - длина одного электрода (вертикального);

$t_в$= 0,7+1,5 = 2,2 м - глубина заполнения электрода;

d- диаметр стержня;

$$R_{ОВЭ} = \frac{105}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 3} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{15 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 2{,}2 + 3}{4 \cdot 2{,}2 - 3} \right) = 35{,}35 \text{ Ом}$$

предварительное число вертикальных заземлителей:

$$N = \frac{R_{ОВЭ}}{K_{ИВ} \cdot R_{И}}, \qquad (5.20)$$

где $К_{ив}$=0,73 - коэффициент использования заземлителей при отношении lВ к расстоянию между ними, равным единице

$$N = \frac{35{,}35}{0{,}73 \cdot 3} = 16{,}14 \approx 16$$

расчётное сопротивление растеканию горизонтальных электродов:

$$R_{РГЭ} = \frac{\rho_{РГ}}{K_{ИГ} \cdot 2 \cdot \pi \cdot l_{Г}} \cdot \ln \frac{2 \cdot l^{2}{}_{Г}}{d \cdot t_{Г}},$$

$$R_{РГЭ} = \frac{273}{0{,}77 \cdot 2 \cdot 3{,}14 \cdot 12} \cdot \ln \frac{2 \cdot 12^{2}}{15 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}7} = 44{,}8 \text{ Ом}$$

Окончательное число вертикальных электродов:

$$N = \frac{R_{ОВЭ} \cdot (R_{РГЭ} - R_{И})}{K_{ИВ} \cdot R_{РГЭ} \cdot R_{И}} = \frac{35{,}35 \cdot (44{,}8 - 3)}{0{,}73 \cdot 44{,}8 \cdot 3} = 15{,}1 \approx 16 \text{ шт}$$

Общее сопротивление заземлителей рассчитывается по формуле:

$$R_{общ} = \frac{R_{ОВЭ} \cdot R_{РГЭ}}{R_{ОВЭ} + K_{ИГ} + R_{РГЭ} \cdot K_{ИВ} \cdot N}, \qquad (5.21)$$

и составляет: $R_{общ} = \dfrac{35{,}35 \cdot 44{,}8}{35{,}35 + 0{,}77 + 44{,}8 \cdot 0{,}73 \cdot 16} = 2{,}8 \text{ Ом}$

где L - длина заземлителя;

d - диаметр трубы;

T_o - глубина залегания от поверхности земли.

Заземлитель ЗР-10/20 предназначен для наложения заземления на отдельные участки линий электропередачи, в шкафах КРУ, КСО.

Технические характеристики:

– номинальное напряжение, кВ - 6;10;

– удерживаемый номинальный ток, kA - 20, 31,5;

– управление осуществляется от привода ПР-10. Тип привода ЗР-10/20, ЗР-10/31,5 - механический, ЗРп-10/20, ЗРп-10/31,5 – подпружиненный;

– заземлители изготавливаются в исполнениях УХЛ2 и Т2 и предназначены для работы в следующих номинальных условиях высота над уровнем моря - до 1000 м, температура окружающего воздуха - от минус 60 до +40°С,f верхнее значение относительной влажности окружающего воздуха - 100% при температуре +25°С (с конденсацией влаги).

Заключение

В этом исследовательском проекте обсудили вопросы строительства высокоскоростных волоконно-оптических магистральных сетей на территории Республики Казахстан.

Строительство ВОЛС является одним из важных этапов реализации программы информатизации населения Республики Казахстан и развитие телекоммуникационного сектора с целью создания богатый, гибкий цифровой транспортной сети, которая даст возможность повысить уровень надежности передачи информационных потоков более высокого уровня и, таким образом, обеспечить контроль качества службы в связи с выходом на магистральные линии международного коридора Европа - Россия - Казахстан - Китай, Европа - Азия по кратчайшему пути.

В первой главе анализ рынка телекоммуникаций и на магистральной сети Казахстана. Обсуждаются концепции развития магистральной сети.

Во второй главе проекта обзора основных составляющих транспортной сети, как и выбор оптического кабеля, оборудования мультиплексора передачи DWDM.

В третьих главных следующих вычислениях сделаны:

– вычисление дисперсии ВОЛС.

– вычисление энергетического бюджета;

– вычисление линии связи с компенсационной дисперсией;

– вычисление числа каскадов линейного EDFA;

– часовой сетевой синхронизации;

– заказ развития диаграмм часовой сетевой синхронизации;

– оценка надежности оптического кабеля.

В анализе безопасности терминов труда операторов, следующие оценки :

– вычисление естественного и искусственного освещения;

– кондиционер вычисления;

– вычисление защитного основания.

В экономической части вычисления абсолютной экономической эффективности капиталовложений, и, чтобы определить срок окупаемости проекта.

Список литературы

1. Евдокименко Е. Магистральная технология XXI века//Электронная версия на сайте http://www.equant.ru/news/press03_3.html.
2. Жанг Р. Сетевые услуги нового поколения //LAN.-N2 12.-2001.-с.41-43.
3. Запечинков с.В., Милославская НТ., Толстой АИ. Основы построения виртуальных частных сетей: Учеб. Пособие для вузов. М.: Горячая линия ТелеКQМ, 2003. - 249с.
4. Кучерявый АЕ., Кучерявый Е.А., Харю Я. Качество обслуживания в сети Интернет // Электросвязь. - N2 1. - 2002. - с. 9-14.
5. Лагутин В.С., Костров В.О. Оценка характеристик пропускной способности мультисервисных пакетных сетей при реализации технологии разделения типов нагрузки // Электросвязь. - N2 3. - 2003. - с. 28-32.
6. Марк Лассерре М. Межсоединение локальных сетей посредством MPLS // LAN. N2 8. - 2004.- с. 66-69.
7. Мейкшан В.И. Оценка влияния надежности оборудования на качество функционирования систем с потерями и ожиданием // Электросвязь.- N2 11. - 1990. 30-32.
8. . Сериков И.В. Мультисервисные сети // Электронная версия на сайте http://seradmiral.narod.ru/cety_5.html.
9. Шварцман В.О. Выбор технологии передачи и коммутации в мультисервисных, сетях на основе оптических кабелей // Электросвязь. - N2 8. - 2003. - с. 33-39.
10. Срапионова О. Экономика и менеджмент связи. - М.:Связь,1998. - 95 с.
11. Методические указания. «Дипломное проектирование». Алиаты 2001.
12. Резникова Н., Демина Е. Методические указания по технико-экономическому обоснованию дипломных проектов для технических факультетов. - М.: Информсвязьиздат, 2000. -60 с.
13. Охрана труда на предприятиях связи: Учебник для вузов/ под ред. Н.И. Баклашова. –М.: Радио и связь, 1985.-280 с., ил.
14. Папаев С.Т. Охрана труда: Учебное пособие. - М.: Издательство стандартов, 1988. - 240 с.
15. Методические указания по выполнению раздела "Безопасность жизнедеятельности" - Алма-Ата: АЭИ, 1992. - 26с.
16. Методические указания по выполнению раздела "Безопасность жизнедеятельности" расчет аспирационных систем – Алматы 2002.
17. Джангозин А.Д. Методическое указание «Фирменный стандарт» Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию. АИЭС 2002

Приложение А

Листинг программы расчета основных параметров оптического волокна

```
unit Unit1;
interface
uses
Windows,Messages,
SysUtils,Variants,Classes,
Graphics,Controls, Forms,
Dialogs,
StdCtrls,Math, TeEngine,
Series, ExtCtrls, TeeProcs,
Chart;
type
TForm1 =
class(TForm)
GroupBox1:
TGroupBox;
Label1: TLabel;
Edit1: TEdit;
Label2: TLabel;
Edit2: TEdit;
Label3: TLabel;
Edit3: TEdit;
Label4: TLabel;
Edit4: TEdit;
Label5: TLabel;
Edit5: TEdit;
Button1: TButton;
Edit6: TEdit;
Label6: TLabel;
Edit7: TEdit;
Label7: TLabel;
Label8: TLabel;
Label9: TLabel;
lblV: TLabel;
Label10: TLabel;
Label11: TLabel;
lbl2w: TLabel;
LblNa: TLabel;
Label12: TLabel;
Label13: TLabel;
Label14: TLabel;
lblQ: TLabel;
lblD1: TLabel;
lblD: TLabel;
Label15: TLabel;
Edit8: TEdit;
Label16: TLabel;
lblZ: TLabel;
Label17: TLabel;
lblA: TLabel;
Label18: TLabel;
lblNs: TLabel;
Label19: TLabel;
lblNg: TLabel;
Chart1: TChart;
Series1:
TFastLineSeries;
procedure
Button1Click(Sender:
TObject);
private
{ Private
declarations }
public { Public
declarations }
end;
var
Form1: TForm1;
implementation
{$R *.dfm}
```

Продолжение приложение А

```
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
Var
Ns,Ng,Al,R,Q,n1,n2,a,L,S,Vc,Lc,V,w,Na,D,Z:Double;
begin
n1:=StrToFloat(Edit1.text);
n2:=StrToFloat(Edit2.text);
a:=StrToFloat(Edit3.text);
L:=StrToFloat(Edit4.text);
S:=StrToFloat(Edit5.text);
Vc:=StrToFloat(Edit6.text);
Lc:=StrToFloat(Edit7.text);
R:=StrToFloat(Edit8.text);
V:=(2*pi*a*power((n1*n1-n2*n2),(1/2)))/L;
lblV.Caption:=FloatToStr(V);
w:=((2.6*L)/(Vc*Lc))*2*a;
lbl2w.Caption:=FloatToStr(w);
 NA:=power((n1*n1-n2*n2),(1/2));
lblNA.Caption:=FloatToStr(NA);
Q:=power((1-(n2/n1)*(n2/n1)),(1/2))/pi*180;
lblQ.Caption:=FloatToStr(Q);
 D:=(n1-n2)/n1;
lblD.Caption:=FloatToStr(D);
Z:=(power((1+(2*pi*r/S)*(2*pi*r/S)),(1/2))-1)*100;
lblZ.Caption:=FloatToStr(RoundTo(Z,-3))+'%';
Al:=arctan(S/(2*pi*r))*180/pi;
lblA.Caption:=FloatToStr(RoundTo(Al,-3))+'';
Ns:=V*V/2;
Ng:=V*V/4;
lblNs.Caption:=FloatToStr(RoundTo(Ns,0))+'';
lblNg.Caption:=FloatToStr(RoundTo(Ng,0))+'';
Series1.Clear;
L:=10;
while L<3000 do begin
V:=(2*pi*a*power((n1*n1-n2*n2),(1/2)))/(L/1000000000);
Series1.AddXY(L,V);
L:=L+10;
```