

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

кафедра Телекоммуникационных систем

«Допущен к защите»
Заведующий кафедрой _____

(Ф.И.О., ученая степень, звание)

« _____ » _____ 20__ г.
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Организация ВОЛС на участке Туркестан -
Гумистан в применении технологии ADSS.

Специальность 5В071900 Радиотехника, электроника и телекоммуникации

Выполнил (а) Храбров М.А. МТС-12-3
(Фамилия и инициалы) группа

Научный руководитель ст. препод. ТКС Куршова В.С.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Вкудин « 10 » 05 2016 г.
(подпись)

Консультанты:

по экономической части:

Доцент кафедры ЭОиУП, Боканова Г.Ш.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Б « 19 » 05 2016 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:

ст. преп. Белибова А.С.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
А « 23 » мая 2016 г.
(подпись)

по применению вычислительной техники:

К.Т.Н., старший преподаватель ТКС Вуреев Ю.А.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
В « 23 » 05 2016 г.
(подпись)

Нормоконтролер:

Демидова Т.Д. ст. пр. Ш
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Д « 24 » мая 2016 г.
(подпись)

Рецензент:

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

Алматы 2016 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

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

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студент Краброва Мария Александровна
(фамилия, имя, отчество)

Тема проекта Организация ВОЛС на участке Туркестан - Гумистан с применением технологии ADS.

утверждена приказом ректора № от « » 20 г.

Срок сдачи законченной работы « » 20 г.

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

Оконечные пункты - 2. Промежуточные пункты - 4.
Населенные пункты - 4: 2. Туркестан, 2. Гумистан.
Промежуточные пункты - 6. Шаульдер, с. Достак,
с. Шардара, с. Сердарья. Численность населения:
2. Туркестан - 147 100 чел., 2. Гумистан - 74 300 чел., с. Шаульдер -
8 362 чел., с. Достак - 3 238 чел., с. Шардара - 30 922 чел., с. Сердарья -
22 614 чел.

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

Географическо-экономическая характеристика районов, обзор
технологий ВОЛС, выбор технологии, выбор оборудования
и волоконно-оптического кабеля, выбор трассы прокладки
кабеля и выбор технологии прокладки кабеля.
Расчет основных параметров - расчет длины регенерацион-
ного участка, расчет необходимого количества каналов,
расчет основных характеристик оптического волокна,
расчет апертюры, расчет мощности ВОЛС. Анализ
целовой трудоемкости обслуживающего персонала при
эксплуатации телекоммуникационного оборудования, расчет ис-
ключенного и естественного освещения, анализ по-
жарной безопасности. Разработка бизнес-плана, расчет
доходов и экономической эффективности проекта.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

Карта местности, структурная схема ВОСП со спектральным мультимплексированием, рисунок мультиплексора FDXA.5, рисунок кабеля КС-ОКК 5М ITU-T Rec. G.652.D, укрупненная схема организации связи, структурная схема цифрового оптического линейного тракта.

Рекомендуемая основная литература

Направляющие системы электросвязи: ш/ч к выполнению курсового проекта. Е.Ю.Емцарев, А.К.Сахабаева, Алматы 2010 г.
Павлов И.П. Системы ВДМ: надежность и применение. Журнал «сети и системы связи», 2007 г. Практическое руководство по волоконно-оптическим технологиям. Журнал сетевых решений
Убайдуллаев Р.Р. Волоконно-оптические сети, М. Изд., 2000 г.
Безопасность жизнедеятельности: ш/ч к выполнению раздела в дипломных проектах. Ш.К. Досбаев - Алматы 2003 г.

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Бизнес план	Боканова Т.Ш	01.04 - 19.05.16	Р
БМД	Башабаева А.С.	10.03.16 - 11.04.16	А
Вспомог. техника	Евдеева Ю.А.	01.05.16 - 25.05.16	Е
Техническая часть	Кудимова В.С.	1.02.16 - 10.05.16	В
Идентификатор	Делимидова Т.Д.	23.05 - 24.05.16	Д

ПОДГОТОВКИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

[illegible]

Дата выдачи задания « » 20 г.

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

Руководитель _____ В.Кудин _____ Кудина В.С.
(подпись) (Фамилия и инициалы)

Задание принял к исполнению
студент _____
(подпись) Мур Криворова М. А.
(Фамилия и инициалы)

Аннотация

В данной дипломной работе я проектирую волоконно-оптическую линию связи по автомобильной трассе между населенными пунктами Туркестан и Гулистан.

Для того, чтобы спроектировать ВОЛС на данном участке необходимо выбрать трассу прокладки, выбрать технологии прокладки, выбрать основное оборудование, также необходимо доказать надежность линии связи.

Одной из задач является составление бизнес плана и анализ безопасности жизнедеятельности.

Аңдатпа

Бұл дипломдық жұмыста Түркістан және Гүлістан елді мекендері арасында оптикалық- талшықты байланыс жолын жобалаймын.

Оптикалық- талшықты байланыс жолын жобалау үшін кабельді салу трассасын таңдау қажет, кабельдің түрін, кабельді салу технологиясын және негізгі құрылғыны таңдау қажет және бұл жобаның сенімділігің дәлелдеу керек.

Негізгі мәселелердің бірі жұмыстың экономикалық тиімділігің және өмір қауіпсіздігің анализдеу.

Absract

In this graduation project I design fiber - optic communication lines along the highway between Turkistan and Gulistan settlements.

It is necessary to choose cable tracing, calculate the main parameters to choose a type of the cable, cable laying technology, basic equipment and prove the reliability of communication line in order to design fiber-optic communication lines.

Setting out business plan and the analysis of life safety are [one of the main tasks](#).

Содержание

Введение	7
1 Характеристика города и районов, обзор применяемых технологий	8
1.1 Характеристика района	8
1.2 Обзор технологий ВОЛС	10
1.3 Выбор оборудования	15
1.4 Выбор оптического кабеля	Ошибка! Закладка не определена.
1.5 Выбор технологии Adss	20
1.6 Выбор трассы прокладки кабеля	Ошибка! Закладка не определена.
2. Расчет основных параметров	О
шибка! Закладка не определена.	
2.1 Расчет необходимого количества каналов	31
2.2 Расчет длины регенерационного участка	30
2.3 Расчет основных характеристик оптического волокна	36
2.4 Расчет апертуры, защищенности от взаимных помех и надежности	37
2.5 Выбор типа мультиплексора, расчет шумов оконечного оборудования	37
2.6 Определение пропускной способности проектируемой ВОЛС	46
3. Безопасность жизнедеятельности	Ошибка! Закладка не определена.
3.1 Анализ условий труда обслуживающего персонала при эксплуатации технического оборудования	Ошибка! Закладка не определена.
3.2 Требования к микроклиматическим условиям	Ошибка! Закладка не определена.
3.3 Расчет системы искусственного освещения помещения	49
3.4 Расчет естественного освещения в производственном помещении	Ошибка! Закладка не определена.
3.5 Анализ пожарной безопасности	Ошибка! Закладка не определена.
3.6 Вывод	Ошибка! Закладка не определена.
4. Бизнес план	61
4.1 Характеристика проекта	61
4.2 Стратегия маркетинга	57
4.3 Организационный план	57
4.4 Производственный план	58
4.5 Годовые эксплуатационные расходы	58
4.6 Финансовый план	59
4.7 Годовые эксплуатационные расходы	68
4.8 Расходы на эксплуатацию ВОСП	69
4.9 Доходы и экономическая эффективность	71
4.10 Расчет показателей эффективности инвестиций	71
4.11 Дисконтированный срок окупаемости инвестиций	71
4.12 Оценка результата	71
Заключение	О
шибка! Закладка не определена.	

шибка! Закладка не определена.

Список литературы

69

Приложение А Расчет числа телефонных каналов в программе Mathcad14

Приложение Б Трасса прокладки кабеля между оконечными пунктами

Приложение В Электронная версия и ДП (CD-R)

Приложение Г Раздаточные материалы (формат А4 – 10 листов)

Введение

На сегодняшний день оптическое волокно является самой совершенной физической средой для передачи информации, а также самой перспективной средой для передачи больших потоков информации на значительные расстояния. Основания так считать вытекают из ряда особенностей, присущих оптическим волноводам.

Оптоволоконные сети безусловно являются одним из самых перспективных направлений в области связи. Пропускные способности оптических каналов отличаются явным преимуществом, по сравнению с информационными линиями на основе медного кабеля. Кроме того оптоволокно невосприимчиво к электромагнитным полям, что снимает некоторые типичные проблемы медных систем связи. Оптические сети способны передавать сигнал на большие расстояния с меньшими потерями. Несмотря на то, что эта технология все еще остается дорогостоящей, цены на оптические компоненты постоянно падают, в то время как возможности медных линий приближаются к своим предельным значениям и требуются все больших затрат на дальнейшее развитие этого направления.

Целью моей дипломной работы является выбор и расчёт трассы прокладки кабеля между городами Туркестан (Республика Казахстан) и Гулистан (Республика Узбекистан). На сегодняшний день самой актуальной причиной является сам волоконно-оптический кабель, свойства которого влияют на множества главных характеристик линии передачи – это максимальная дальность связи и максимальная полоса пропускания. Первый фактор определяется потерями в волокне, ограниченной чувствительностью приёмника и выходной мощностью передатчика излучения, а второй зависит от дисперсии волокна и частотных показателей передатчика и приёмника.

Первичная связь страны на данном этапе развития базируется на использовании цифровых волоконно-оптических, радиорелейных и спутниковых линий связи. Эти две линии дополняют друг друга, обеспечивая тем самым передачу потоков информации любого назначения на базе использования цифровых систем передачи.

В процессе проектирования необходимо решить следующие задачи:

- выбрать трассу;
- выполнить обзор технологии ADSS;
- выбрать волоконно-оптический кабель;

- рассчитать длину регенерационного участка по затуханию и по дисперсии;
- составить схему организации связи;
- выполнить обзор экономической эффективности проекта.

1 Характеристика города и районов, обзор применяемых технологий

1.1 Характеристика района

Согласно выбранному заданию, мне необходимо организовать высококачественную связь между городами Туркестан и Гулистан. Для проектирования этой магистральной сети выбрана технология Adss.

Туркестан — город в Южно-Казахстанской области. Город областного подчинения. В состав территории, подчинённой акимату города Туркестан, входят сам город Туркестан, а также 12 сельских округов, в которых расположены 35 сёл [1].

Территория, подчинённая акимату города, составляет 9400 квадратных километров.

По данным переписи 1897 года в городе было 11 253 жителей. Согласно переписям население города в границах 1999 года изменялось следующим образом:

- 1979 г. — 65 443 человек;
- 1989 г. — 77 692 человек;
- 1999 г. — 85 613 человек.

В современных границах население города изменялось следующим образом:

- 1999 г. — 102 505 человек;
- 2009 г. — 142 899 человек.

По последним данным население территории, подчинённой акимату города Туркестана, 235,8 тыс. человек (2011), в том числе городское — 62,4 % (собственно город Туркестан 147,1 тыс. чел.), сельское — 37,6 % в 35 сёлах, объединённых в 12 сельских администраций.

Сегодняшний Туркестан (с 1968 года город областного подчинения Южно-Казахстанской области) стал крупным промышленным, образовательным и культурным центром, центром отечественного и зарубежного туризма. В городе успешно работает 13 промышленных объектов, среди которых наиболее крупные:

- хлопкообрабатывающий завод АО Ясы КПО;
- машиностроительный завод КУАТ;
- АО Туркестан-агрореммаш;

- швейно-трикотажная фабрика;
- завод антибиотиков;
- совместное казахско-английское предприятие «ПАРАБЕ» по производству перевязочных материалов.

К крупным предприятиям Туркестана относят также предприятия текстильной и швейной промышленности — ОАО «Яссы», КХ «Туран», ТОО «Корпорация Ак-Алтын», ТОО «ШТФ — Туркестан».

Имеются также пищевая промышленность, производство строительных материалов.

В Туркестанском районе развито животноводство, растениеводство. Особое место в сельском хозяйстве региона занимают выращивание зерновых культур и высоких сортов хлопка-сырца.

Город является крупным региональным центром торговли, в городе расположен крупный рынок.

В 1991 г. здесь открыт Туркестанский университет с 13 факультетами, в 1993 году переименованный в Международный Казахско-Турецкий Университет имени Ходжи Ахмета Яссави (22 тыс. студентов). В настоящее время крупнейший по численности учащихся ВУЗ Центральной Азии.

Климат в городе — умеренный пустынный, с высокой степенью континентальности. Туркестан — один из немногих городов в мире, где непосредственно фиксировалась температура в $+49^{\circ}\text{C}$, в то же время зимой возможны трескучие морозы. Лето чрезвычайно жаркое: средняя температура июля составляет $28,7^{\circ}\text{C}$, января $-3,1^{\circ}\text{C}$. Летом характерны огромные суточные колебания температуры, которые составляют $15-20^{\circ}\text{C}$, зимой меньше — около 10°C в связи с не столь сильным прогревом Солнца. Погода зимой неустойчива и варьирует от сильных оттепелей до затяжных похолоданий.

- среднегодовая температура — $+13,1^{\circ}\text{C}$;
- среднегодовая скорость ветра — $2,5\text{ м/с}$;
- среднегодовая влажность воздуха — 53% .

Проведение в Туркестане оптического волокна я считаю целесообразным, т.к. он является разносторонне развивающимся городом. Здесь широко развита пищевая, текстильная и швейная промышленность, а также город является крупным региональным центром торговли.

Вторым оконечным пунктом в моем проекте является город Гулистан, расположенный в Узбекистане.

Гулистан — город, центр Сырдарьинской области Узбекистана, расположен в юго-восточной части Голодной степи. Железнодорожная станция на линии Ташкент — Хаваст.

Население

- в 1970 году — 31 тыс. жителей;
- в 1991 году — 54 тыс. жителей;
- в 2010 году — 77,3 тыс. жителей.

В городе развивается различного рода промышленность.

Имеются различные ремонтно-механические и маслоэкстракционные заводы, домостроительный комбинат, швейная фабрика, инструментальные электромастерские и многое другое.

Гулистан так же является перспективно развивающимся городом. Здесь отмечается существенный рост населения, что напрямую влияет на повышение спроса на качественную бесперебойную связь.

1.2 Обзор технологий ВОЛС

Для организации уплотнения ВОЛС используют несколько методов мультиплексирования. Рассмотрим и проанализируем некоторые из них.

Широкое распространение получил метод временного мультиплексирования (TDM).

TDM основан на том, что процесс передачи делится на временные циклы, каждый из которых делится на N субциклов, где N — это количество уплотняемых каналов. Каждый субцикл разделяется на временные позиции (так называемые "тайм-слоты"), в которых осуществляется передача части информации одного из цифровых мультиплексированных потоков. Помимо этого, определенное количество позиций предназначается для идентификационных синхроимпульсов, разных вставок и цифрового потока, необходимого для служебной связи.

При временном мультиплексировании каждому из информационных каналов системы, имеющих одну общую несущую (общий источник излучения), отводится определенный временный интервал, временное окно для передачи данных. В первый интервал оптическую несущую модулирует сигнал одного информационного канала, во второй интервал — другого канала и т.д. Длительность таких интервалов зависит от разных факторов, главные из которых это скорость преобразования электрических сигналов в оптические и скорость передачи данных непосредственно в линии связи.

Часть передатчика включает в себя мультиплексор, который определяет интервал времени и приоритет передачи входных данных из линии передачи. Другой конец линии включает в себя демультиплексор, который подает идентификационные номера.

Есть два метода TDM — асинхронный (плезиохронный) и синхронный с временным разделением мультиплексирования.

Однако этот метод мультиплексирования не позволяет увеличивать число каналов, так как способ мультиплексирования длин волн (WDM).

Этот метод позволяет увеличить скорость передачи данных волоконно-оптическую линию передачи одновременно больше TDM каналов на одном волокне на различных длинах волн. WDM системы для электронного оборудования на конечных точках должны отвечать тем же требованиям по TDM систем, пропускная способность для остальной части оборудования

ограничивается только каналов. Общая мощность линии не ограничивается потенциала используемых компонентов. Если это необходимо, целевое емкость может быть получен путем добавления новых или удаления существующих оптических носителей. Каждый канал, который формируется в ЦПС, система рассматривается в качестве отдельного канала WDM, специально от его длины волны.

Суть этого метода заключается в следующем: к потоков цифровой информации (их число может принимать значения 2, 4, 8, 32...k), каждый передаваемый в их несущей волны оптического лм и отделенный в пространстве с помощью специальных устройств - оптических мультиплексоров (ОМ) - они объединены в единый l1.lm оптического потока, после чего она переходит к передаче оптического волокна. На приемной стороне с помощью устройства с обратной функции выполняется (СУМ) обратная операция.

Здесь К потоки входящих данных (кодируется цифровая последовательность импульсов) модулируется оптических модуляторов Ми Multileksor. Мультиплексор объединяет модулированные несущие в общем потоке, который после усиления (или вспомнить мощный усилитель - МУ) подается непосредственно в среде передачи - оптическое волокно (волокна). В точке приема потока выходных данных предусилителя усиливает ОВ - СП демультиплексируется (делится на потоки компонентов) - модулированные несущие их, с точки детекторов дл (вход, который может быть использован в дальнейшем полосовой фильтр Fi, чтобы уменьшить помехи и увеличение отметив, так помехоустойчивости), и после этого, демультиплексируются демультиплексируются DMI, какая форма производства доступны для вставки этих начиная импульсные последовательности кодированных цифровых модуляторов . Кроме того, система МУ и ПУ также могут быть использованы, и линейные усилители (DR).

Кроме вышеперечисленных методов уплотнения, существует метод частотного уплотнения (FDM).

При частоте сигнала FDM мультиплексирование с разделением (FDM – Frequency Division Multiplexing) каждого из потоков данных, передаваемых по физическому каналу на соответствующей определенной частоте - $f_{\text{пн}}$ поднесущей. Если физический канал оптическое излучение - оптический носитель, его модуляция осуществляется в соответствии с интенсивностью группы информационных сигналов, спектр которых состоит из последовательно расположенных поднесущих частот, число которых равно числу потоков данных компонента. Частота поднесущей каждого канала определяется на основе при условии, что $f_{\text{пн}} \geq 10_{\text{впн}}$ где $f_{\text{пн}}$ - поднесущая частоты, $f_{\text{впн}}$ – верхняя частота спектра потока информации. Частотный интервал между поднесущих $f_{\text{пн}}$ определяется условием $f_{\text{пн}} \geq 2 f_{\text{пн}}$. Во время приема оптического носителя он падает на фотодетектор, который принимает нагрузки электрический поток многоадресной который входит после усиления в широкополосном усилителе для получения узкополосного фильтра,

имеющий входной пропускную способность центральной частотой, равной одной из поднесущих частот [2].

Проведем сравнение технологий передачи информации.

Цель сравнения - исследование целесообразности применения рассмотренных выше методов волнового (WDM) и временного уплотнения (TDM) для увеличения пропускной способности ВОСП.

Метод сравнения частоты (FDM) и близкого расстояния (ДПМ), нет необходимости, и они не должны быть использованы в качестве основных методов передачи.

WDM и TDM работают по принципу объединения нескольких входных низкоскоростных каналов в один общий высокоскоростной канал. Но TDM технология осуществляется на одной длине волны, а WDM - на нескольких.

В связи с этим, чтобы увеличить количество каналов в TDM технологии необходимо, чтобы увеличить скорость передачи в соответствии с принципом STM-1 на STM-N и STM-N в STM-4 · N (иерархия SDH) и технологий для WDM - добавление новых оптических носителей лм и уменьшения расстояния между ними.

Есть два основных типа OADMs. Первое поколение является фиксированной устройством, которое физически настроен на падение конкретные заданные длины волн при добавлении других. Второе поколение реконфигурируемая и способен динамически выбрать, какие добавленной длины волн и упал. Тонкопленочные фильтры появились как технологии выбора для OADMs в текущем столичной DWDM системы из-за их низкой стоимости и стабильности. Для развивающегося второго поколения OADMs, другие технологии, такие как перестраиваемый волоконных решеток и циркуляционных, придет в известность.

Простая форма мультиплексирования или демультиплексирования светом может осуществляться с помощью призмы. Поверхность; каждый компонент волны преломляется по-разному. Это "Радуга" эффект. В выходной. Свет, каждая длина волны отделена от следующей углом. Объектив то внимание каждой длины волны точка, где он должен получить доступ к волокна. Те же компоненты в обратном мультиплексировать различные длины волн на одном волокне.

Технология спектрального мультиплексирования может быть использована совместно с технологией TDM, чтобы повысить ее эффективность, практически не меняя большую часть имеющегося оборудования.

Обе технологии применяются, чтобы увеличить пропускную способность ВОСП. И хотя они скорее не исключают, а дополняют друг друга, можно сравнить их основные характеристики - гибкость структуры линий связи и скорость передачи данных.

Технология TDM увеличивает пропускную способность за счет увеличения ссыла битрейт постоянного тока. Скорость передачи, которая в свою очередь использовали ограничено только электронными компонентами.

Получение информации, ее хранение, передача и т.д. - это требует цифровой интегральной схемы, которые должны работать на скорости, равные или примерно равной общей скорости передачи всего канала. Быть установлены для каждого канала устройства поддерживают полную мощность всей линии.

Мультиплексоры и демультиплексоры может быть пассивным или активным в дизайне. Пассивные конструкции на основе призмы, дифракционные решетки или фильтры, в то время как активные проекты объединить пассивные устройства с перестраиваемой фильтров. Первичные проблемы в этих устройств, чтобы свести к минимуму перекрестные помехи и максимизировать разделение каналов. Перекрестные помехи является мерой того, насколько хорошо каналы разделены, в то время как разделение каналов относится к способности различать каждой длины волны [3].

Оборудование WDM канала способно поддерживать скорость передачи для данного канала, но не скорость всего составного сигнала. Следовательно, общая пропускная способность соединения не ограничена скоростью используемых электронных устройств в нем. Исходя из перечисленных фактов, можно сделать вывод, что технология WDM лучше, чем другие базовые технологии передачи информации в технических условиях.

1.3 Выбор оборудования

FOX515 является универсальной коммуникационной платформой. Платформа основана на технологиях SDH/PDH и HDSL. Кроме того платформа предоставляет возможность использования большого количества различных интерфейсных плат(модулей).

- уникальные модули передачи сигналов команд РЗ и ПА, а также дискретных сигналов управления по ВОЛС;
- возможность передачи IP трафика поверх SDH;
- мощный механизм распределенной кросс-коммутации, обеспечивающий высокую надежность;
- резервирование мультиплексорной секции, линейного пути и пути на уровне 64 кбит/с;
- передача сигналов по ВОЛС на расстояния до 120 км без усилителей (до 250 км совместно с оптическими усилителями);
- возможность работы с каналами от $n \times 64$ кбит/с до STM1 или STM4 в одном устройстве;
- централизованная система управления сетью, позволяющая организовать удаленное конфигурирование и мониторинг;
- возможность 100% резервирования процессорного модуля и модуля распределения питания;
- уникальные модули передачи сигналов команд РЗ, позволяющие подключать микропроцессорные защиты различных производителей (ABB, Siemens, Alstom, GE, SEL, RFL и пр.) по оптическому интерфейсу.

Оборудование FOX515 предназначено для работы в условиях электромагнитных помех и предоставляет полный спектр таких современных

технологий связи, как: SDH, PDH, ISDN, xDSL, Ethernet, передачу данных (RS232, RS422, RS485, X.21). Платформа FOX515 может быть использована для организации транспортных сетей связи и сетей доступа любых топологий.

Платформа предназначена для создания смешанных корпоративно-технологических сетей связи для энергетических компаний, операторов трубопроводов, железнодорожных компаний и других предприятий, имеющих самые жесткие технические требования по эксплуатации технологических сетей связи.

Преимущества платформы FOX515:

- высокая эффективность благодаря интеграции мультисервисного доступа и встроенного транспорта, комбинации DXC, xDSL, PDH и SDH;
- уменьшение затрат за счет замены элементов разнотипных сетей одним элементом доступа;
- поэтапные затраты на инвестирование позволяют организовать предоставление новых услуг за короткое время и обеспечить высокую прибыль на вложенные средства;
- широкие возможности по организации передачи технологического трафика АСКУЭ, АСУТП (SCADA), ТМ, слежения за контроллерами, обновления программного обеспечения и т.д., позволяют реализовать технологические сети любой сложности;
- возможность эффективного обслуживания возрастающих требований для ПД возникающих у Заказчика (LAN, Internet, Intranet) и организации передачи корпоративного телефонного трафика (V5.2, ISDN, FXO/FXS);
- возможность передачи IP поверх SDH позволяет интегрировать технологический и административный трафик в одной корпоративно-технологической сети.

1.4 Выбор оптического кабеля

Оптическое волокно бывает одномодовое и многомодовое.

В одномодовом волокне диаметр световодной жилы порядка 8-10 мкм, то есть сравним с длиной световой волны. При такой геометрии в волокне может распространяться только один луч (одна мода).

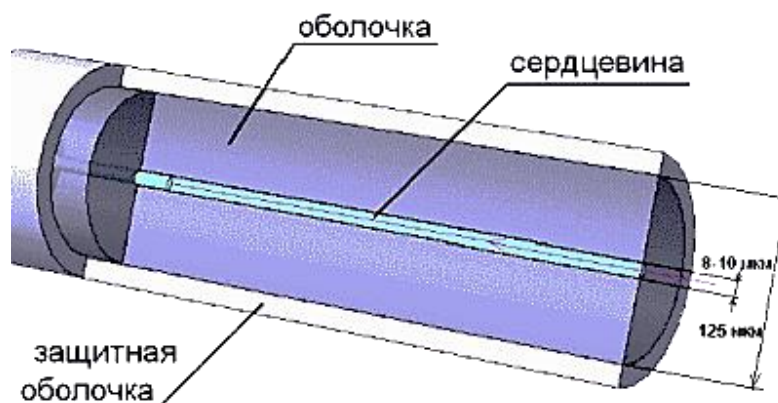


Рисунок 1.1 – Одномодовое оптическое волокно

В многомодовом волокне размер световодной жилы порядка 50-60 мкм, что делает возможным распространение большого числа лучей (много мод). Многомодовые волокна подразделяются на ступенчатые и градиентные. В ступенчатых волокнах показатель преломления от оболочки к сердцевине изменяется скачкообразно. В градиентных волокнах это изменение происходит иначе — показатель преломления сердцевины плавно возрастает от края к центру. Это приводит к явлению рефракции в сердцевине, благодаря чему снижается влияние дисперсии на искажение оптического импульса. Профиль показателя преломления градиентного волокна может быть параболическим, треугольным, ломаным и т. д.

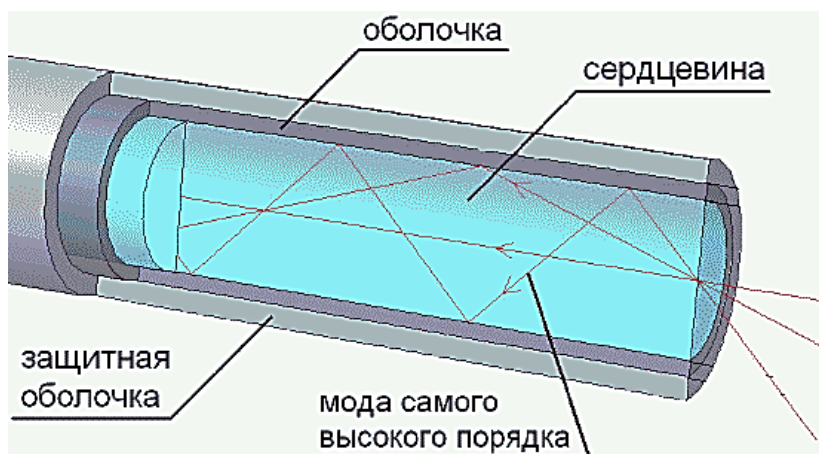


Рисунок 1.2 – Многомодовое оптическое волокно

Оба типа волокна характеризуются двумя важнейшими параметрами: затуханием и дисперсией.

Затухание обычно измеряется в дБ/км и определяется потерями на поглощение и на рассеяние излучения в оптическом волокне.

Потери на поглощение зависят от чистоты материала, потери на рассеяние зависят от неоднородностей показателя преломления материала.

Затухание зависит от длины волны излучения, вводимого в волокно. В настоящее время передачу сигналов по волокну осуществляют в трех диапазонах: 0.85 мкм, 1.3 мкм, 1.55 мкм, так как именно в этих диапазонах кварц имеет повышенную прозрачность [4].

Другой важнейший параметр оптического волокна - дисперсия. Дисперсия - это рассеяние во времени спектральных и модовых составляющих оптического сигнала. Существуют три типа дисперсии: модовая, материальная и волноводная.

Если при распространении света по многомодовому волокну как правило преобладает модовая дисперсия, то одномодовому волокну присущи только два последних типа дисперсии. На длине волны 1.3 мкм материальная и волноводная дисперсии в одномодовом волокне компенсируют друг друга, что обеспечивает наивысшую пропускную способность.

Затухание и дисперсия у разных типов оптических волокон различны. Одномодовые волокна обладают лучшими характеристиками по затуханию и по полосе пропускания, так как в них распространяется только один луч. Однако, одномодовые источники излучения в несколько раз дороже многомодовых. В одномодовое волокно труднее ввести излучение из-за малых размеров световодной жилы, по этой же причине одномодовые волокна сложно сращивать с малыми потерями. Оконцевание одномодовых кабелей оптическими разъемами также обходится дороже.

Многомодовые волокна более удобны при монтаже, так как в них размер световодной жилы в несколько раз больше, чем в одномодовых волокнах. Многомодовый кабель проще оконцевать оптическими разъемами с малыми потерями (до 0.3 dB) в стыке. На многомодовое волокно рассчитаны излучатели на длину волны 0.85 мкм - самые доступные и дешевые излучатели, выпускаемые в очень широком ассортименте. Но затухание на этой длине волны у многомодовых волокон находится в пределах 3-4 dB/км и не может быть существенно улучшено. Полоса пропускания у многомодовых волокон достигает 800 МГц*км, что приемлемо для локальных сетей связи, но не достаточно для магистральных линий.

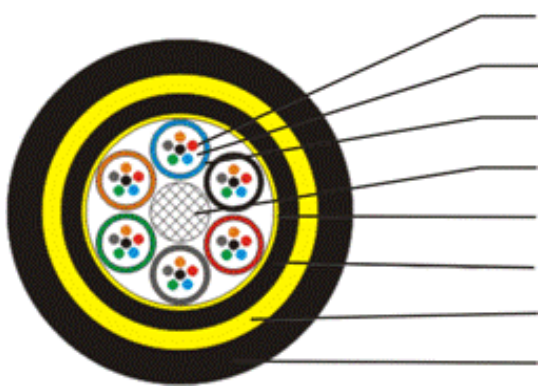
В данной дипломной работе я использую одномодовый кабель КС-ОКК SM ITU-T Rec. G. 652D, который является наиболее подходящим для прокладки его в воздухе.

КС-ОКК – кабель диэлектрический самонесущий с арамидными нитями.

Ниже приведены технические характеристики кабеля

- кабели оптические, усиленные высокомодульными арамидными нитями в соответствии с СТ ТОО 41021646-38-2008;
- предельно допустимая рабочая температура в условиях фиксированного монтажа от - 40 °С до + 60 °С;
- устойчивость к циклической смене температур (не менее двух циклов) от - 40 °С до + 60 °С;
- допустимая относительная влажность при температуре 35°С – до 98%;
- оптические параметры волокна представлены в таблице;
- наружная оболочка устойчива к воздействию УФ излучения;
- оптическое волокно – согласно ITU-T Rec. G.652 (B, C или D), ITU-T Rec. G.655 или ITU-T Rec. G.651;
- максимальное растягивающее усилие – от 2700 до 7000 Н;
- максимальная раздавливающая нагрузка – 0,4 кН/см;
- минимальный радиус изгиба кабеля — не менее 20-ти кратного наименьшего размера кабеля;

– строительная длина кабеля — не менее 4000 метров.



1 - оптическое волокно

2 - анизотропный заполнитель (гель)

- 3 - полимерная трубка (PBT)
- 4 - ЦСЭ (FRP)
- 5 - водонабухающая лента
- 6 - внутренняя полиэтиленовая оболочка
- 7 - высокомодульные арамидные нити
- 8 - внешняя полиэтиленовая оболочка

Рисунок 1.3 - Поперечное сечение кабеля

Кабель марки КС-ОКК предназначен для подвешивания на опорах воздушных линий связи, электрифицированных железных дорогах и линий электропередач; внутри зданий, в специальных трубах Duroline при особо высоких требованиях по устойчивости к внешним электромагнитным воздействиям. Возможна эксплуатация кабеля как внутри объектового в исполнении с наружной оболочкой из само затухающего ПЭ или ПВХ пластика (в маркировке кабеля добавляется «нг»: КС-ОККнг).

Конструкция кабеля является полностью диэлектрической. Сердечник кабеля содержит центральный силовой элемент из стеклопластика и внешний повив, образованный методом правильной односторонней или SZ скрутки. Во внешнем повиве располагаются оптические модули и кордельные заполнители. Поверх повива наложена оболочка из полиэтилена или пластмассы, не поддерживающей горение. Защитный покров состоит из повиваарамидных нитей и внешней оболочки из полиэтилена или пластмассы, не поддерживающей горение. При необходимости дополнительного повышения сцепления внешней оболочки кабеля с повивом силовых элементов применяются адгезивные материалы.

Геометрические параметры оптического волокна представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Геометрические параметры оптического волокна

Параметры	Тип оптического волокна			
	SM		MM (50)	MM (62,5)
	ITU-T Rec. G. 652D	ITU-T Rec. G. 655	ITU-T Rec. G. 651	
1	2	3	4	5
Диаметр сердцевины ОВ, мкм	-	-	50±3	62,5±3
Диаметр оболочки ОВ, мкм	125±1		125±2	
Некруглость оболочки ОВ, %, не более	1,0		2,0	
Неконцентричность сердцевины и оболочки ОВ, мкм (не более)	0,5		2,0	

Неконцентричность модового поля и оболочки ОВ, мкм (не более)	0,5	-	-
Диаметр модового поля, мкм, на длине волны:			
1310 нм	9,2±0,4	-	-
1550 нм	10,5±1,0	9,2-10,0	-
Диаметр защитного покрытия	245±5		245±10

Оптические параметры волокна представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Оптические параметры волокна

Параметры	Тип оптического волокна			
	Рекомендации ITU-T			
	SM	MM	MM (62,5)	
	ITU-T Rec. G. 652D	ITU-T Rec. G. 655	ITU-T Rec. G. 651	
1	2	3	4	5
1. Рабочая длина волны, нм	1310-1550	1550-1625	850-1300	850-1300
2. Коэффициент затухания ОВ на длине волны, дБ/км (не более)				
1310 нм	0,36	-	-	-
1383 нм	0,36	-	-	-
1550 нм	0,22	0,22	-	-
3. Длина волны отсечки (в кабеле), нм (не более)	1260	1470	-	-
4. Длина волны нулевой дисперсии, нм, в пределах	1300-1324	<1530 >1565	-	-
5. Наклон дисперсионной характеристики в области длины волны нулевой дисперсии, в интервале длин волн, пс/нм ² *км (не более)				
1285-1330 нм	0,093	-	-	-
1525-1575 нм	-	0,05	-	-
6. Хроматическая дисперсия, пс/(нм*км), не более в диапазоне длин волн:				
1285-1330 нм	3,5	-	-	-
1530-1565 нм	18	2,6	-	-

7. Числовая апертура	-	-	0,200± 0,015	0,275±0,0 15
8. Дисперсия поляризованной моды пс/км1/2 (не более)	0,2	0,1	-	-
9. Коэффициент широкополосности, МГц*км (не менее) на длине волны 850/1300 нм	-	-	400/800	200/600

Для данного типа кабеля будем применять Муфту 2179 CS, которая используется для кабелей типа МКПП, емкостью от 1 до 5 пар, не находящихся под избыточным воздушным давлением.

Корпус муфты позволяет закреплять ее (при помощи саморезов) на опоре и стенах зданий, а также кабельных стяжек на линейном проводе. Муфта позволяет проводить как соединение, так и разветвление на три направления.

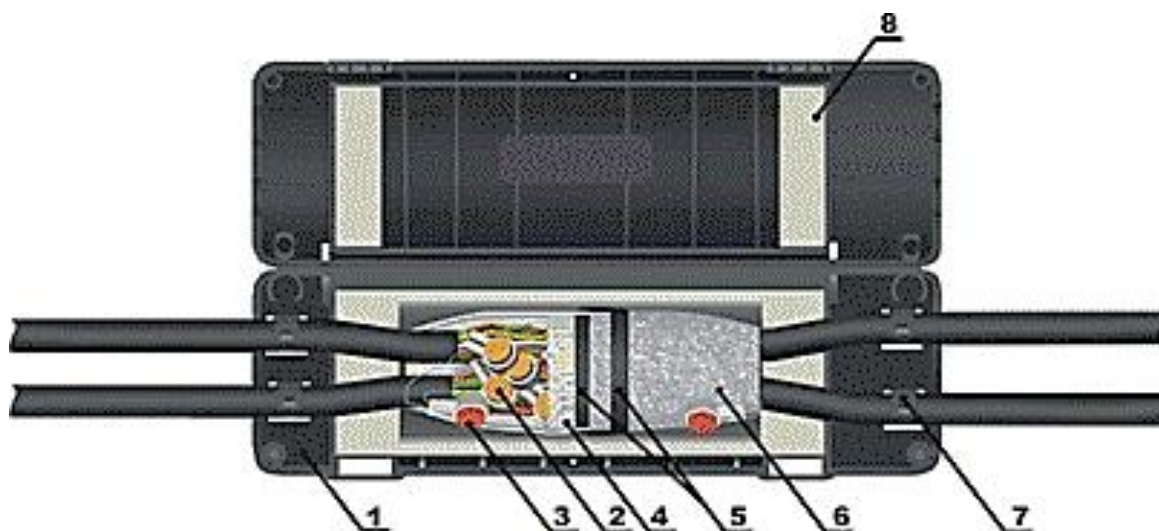


Рисунок 1.4 - Муфта 2179 CS.

В комплект муфты входят:

1. Полиэтиленовый корпус многократного применения OSL;
2. Коннектор UY2;
3. Коннектор UR2;
4. Лента P3F (для восстановления поясной изоляции);
5. Скотчфлекс;
6. Сетка экранирующая СЭ-240;
7. Полиэтиленовые хомуты;
8. Самовосстанавливающийся гель.

Монтаж муфты производится в следующем порядке:

- на кабели надеваются полумуфты;
- кабель разделяется согласно инструкции по монтажу;
- на кабель устанавливается фиксатор;

- соединяются жилы;
- экранируется сросток;
- на сросток надвигается корпус муфты;
- стыки герметизируются лентами.

Сразу после монтажа, муфта готова к эксплуатации.

1.5 Выбор технологии Adss

Стремительный рост спроса на телекоммуникационные услуги, а также их конвергенция обуславливают поиск и разработку альтернативных решений не только в области оборудования систем передачи, распределительных и конечных устройств, но и линейного сегмента линий связи.

Вероятно, весьма скоро из-за всеобщей информатизации общества администрации связи вынуждены будут пересмотреть отношение к существующим ограничениям на типы инсталляции линейной части. Речь идет о постепенном смягчении нынешних требований с учетом статистики отказов, а также о поэтапном вводе альтернативных решений на более ответственных участках телекоммуникационных сетей. В этой связи необходимо отметить, что вместе с конвергенцией телекоммуникационных услуг неизбежна консолидация усилий нескольких организаций (представляющих различные отрасли), которые будут направлены на взаимное предоставление услуг связи, обмен трафиком, а также организацию обходов в случаях возникновения аварийных ситуаций.

Одним из альтернативных решений в области инсталляции линейного сегмента линий связи является подвес волоконно-оптического кабеля на опоры и столбы. Этот метод позволяет в значительной мере сократить и стоимость, и время, затрачиваемые на инсталляцию кабеля, а также эксплуатационные расходы.

Мировые тенденции, заключающиеся в предоставлении производителями наиболее полного комплекса материалов, отражены и в этом направлении строительства. Ведущими производителями аксессуаров для организации подвеса волоконно-оптического кабеля разработана широкая гамма устройств, арматуры и оборудования, позволяющих реализовать как масштабные проекты подвеса кабелей магистральных линий, так и локальные проекты, к примеру, создание локальных сетей.

Подвес волоконно-оптического кабеля может осуществляться на различных сегментах сети передачи данных.

Наибольшие споры, связанные с данным видом инсталляции волоконно-оптических кабелей, возникают в отношении применения этого метода на магистральных линиях связи. Отмечаются как его явные плюсы, так и минусы. Статистика эксплуатации подвесных волоконно-оптических кабелей [ВОК] свидетельствует о систематических повреждениях кабелей в результате

актов вандализма, а также неумышленных повреждений выстрелами из охотничьего оружия. В настоящее время наиболее часто применяется подвес волоконно-оптического кабеля на существующих опорах, используемых для подвеса металлических силовых кабелей (ЛЭП, контактной сети железнодорожного и другого транспорта). В случае аварии возникает угроза того, что на устранение повреждения потребуется значительное время. Это связано с тем, что первоочередное внимание организаций, осуществляющих техническую эксплуатацию, уделяется линейным сооружениям, необходимым для функционирования профильных служб. Телекоммуникационным кабелям в таких ситуациях отводится, как правило, второстепенная роль.

Однако возможность организации кабельных линий со значительным удешевлением за счет исключения земляных работ, актуализирует использование методики подвеса на магистральных ВОЛС. Особые преимущества метод подвеса дает при устройстве переходов через глубокие судоходные и сплавные реки, а также морских переходов через судоходные каналы. Эти преимущества позволяют исключить целый комплекс подводных работ по подготовке подводных траншей, прокладке и заглублению волоконно-оптического кабеля. Как следствие, упрощается техническая эксплуатация переходов, выполненных подобным образом.

Во многих странах организация абонентских линий методом подвеса стала обычным явлением и уже может считаться традиционной. Такое решение особенно эффективно в районах с низкой плотностью населения - небольших населенных пунктах, где необходимо организовать абонентские линии большой длины. По этим абонентским линиям может быть организована телефония, передача данных и сигналов радио- и телевидения, а также целого ряда других систем (сигнализация, дистанционный климат-контроль и т.д.).

Необходимость организации подвеса волоконно-оптических кабелей обусловила разработку конструкций, предназначенных именно для этого вида инсталляции. При этом учитывалось разнообразие климатических, природных, техногенных и прочих факторов, сокращающих срок службы кабеля. К таким показателям можно отнести температурные колебания - рабочий диапазон температур для большинства кабелей составляет от -40°C до $+70^{\circ}\text{C}$, а также длительное воздействие солнечных лучей, соляной туман, загрязнение воздуха выхлопами, длительное воздействие ветровых нагрузок и вибраций. Проводятся исследования с целью создания кабелей, обладающих повышенной устойчивостью к действию радиоактивного излучения.

Ведущие производители кабельной продукции реагируют на возрастание спроса на подвесные волоконно-оптические кабели, периодически дополняя существующую гамму решений новыми разработками, отвечающими текущим потребностям.

Самонесущие волоконно-оптические кабели имеют два варианта исполнения: когда опорный элемент не вынесен за пределы сердечника кабеля (поперечное сечение кабеля - круглое) и когда опорный элемент (несущий трос

или стекло-пластиковые прутки) вынесен за пределы кабельного сердечника (кабель типа "8").

Наибольшее распространение в нашей стране приобрели полностью диэлектрические самонесущие подвесные кабели [ADSS], хорошо зарекомендовавшие себя во многих регионах с различными условиями эксплуатации.

Следует отметить, что при увеличении толщины слоя упрочняющих арамидных нитей, находящихся под внешней полиэтиленовой оболочкой (а также сечения проволок опорного элемента для кабелей типа "8") возрастает стойкость кабеля к растягивающим усилиям, и таким образом увеличивается расчетная длина пролета между опорами. При уменьшении толщины слоя арамидных нитей, что приемлемо для коротких пролетов, соответственно снижается и стоимость кабеля.

Сердечники самонесущих кабелей могут иметь различные конструкции. Перечислим наиболее распространенные.

Кабели с профилированным сердечником, содержащим оптические волокна или модули, которые, в свою очередь, содержат оптические волокна. Такие конструкции позволяют обеспечить не только высокую устойчивость к усилиям на растяжение, но и на раздавливание, что может оказаться существенным при использовании определенных типов кабельной арматуры.

Инсталляция волоконно-оптического кабеля методом подвеса может быть выполнена на основе различных методик. Предлагаю рассмотреть самые распространенные из них.

Наиболее важное отличие инсталляции путем подвеса волоконно-оптических кабелей от подвеса других кабелей состоит в том, что места сращивания двух строительных длин должны располагаться на опоре вместе с технологическим запасом кабеля, достаточным для спуска с опоры, а также для восстановительных работ в случае аварийных ситуаций на линии. Сращивание строительных длин волоконно-оптического кабеля всегда выполняется в монтажном автомобиле или палатке. Это обуславливает необходимость резервирования больших длин технологического запаса, чем при прокладке в грунт. Кроме того, необходимо уделить внимание надежному закреплению запаса, поскольку нахождение на опоре сопряжено с постоянным воздействием ветровых нагрузок, вибраций, температурных колебаний и других факторов.

Методика независимого подвеса может быть применена для инсталляции самонесущих волоконно-оптических кабелей типа ADSS, MASS, 8-образного волоконно-оптического кабеля с вынесенным несущим элементом, а также для кабелей силовых линий, содержащих пучки оптических волокон, вмонтированные в фазный провод (OPPC) или грозозащитный трос (OPGW). Суть методики заключается в том, что волоконно-оптический кабель подвешивается отдельно от других кабелей, подвешенных на данной линии опор.

Применение этой методики, безусловно, сопряжено с относительным увеличением стоимости волоконно-оптического кабеля за счет конструктивных решений, направленных на сопротивление воздействиям окружающей среды. В частности, это касается силовых элементов.

Для проведения инсталляции предварительно готовится трасса подвеса. На опоры и столбы подвешивается соответствующая арматура, предназначенная для протяжки и последующей фиксации кабеля в процессе инсталляции. Конструкции и типы арматурных узлов определяются проектными решениями.

По закрепленной арматуре протягивается трос-заготовка (аналогичная операция проделывается в процессе прокладки кабеля в канализацию или кабельную трубку, только в этих случаях в качестве заготовки используется прут из стеклопластика). Для временно обесточенных на период проведения работ линий такой заготовкой может служить тонкий стальной трос. Для инсталляционных работ, проводимых без снятия напряжения, необходимо предусмотреть диэлектрический трос, способный выдержать соответствующую нагрузку при инсталляции.

После протяжки троса к нему крепится протягиваемый волоконно-оптический кабель, и с помощью специализированной кабельной лебедки проводится протяжка строительной длины кабеля по опорам. Затем протянутый кабель натягивается с помощью лебедки и закрепляется в необходимых узлах. При этом контролируется стрела провеса, которая должна соответствовать проектной.

Заземления металлических несущих элементов устраиваются на окончательных опорах строительной длины.

Комплекс оптических измерений выполняется в соответствии с действующими нормами и правилами, как и в случае с традиционными способами инсталляции.

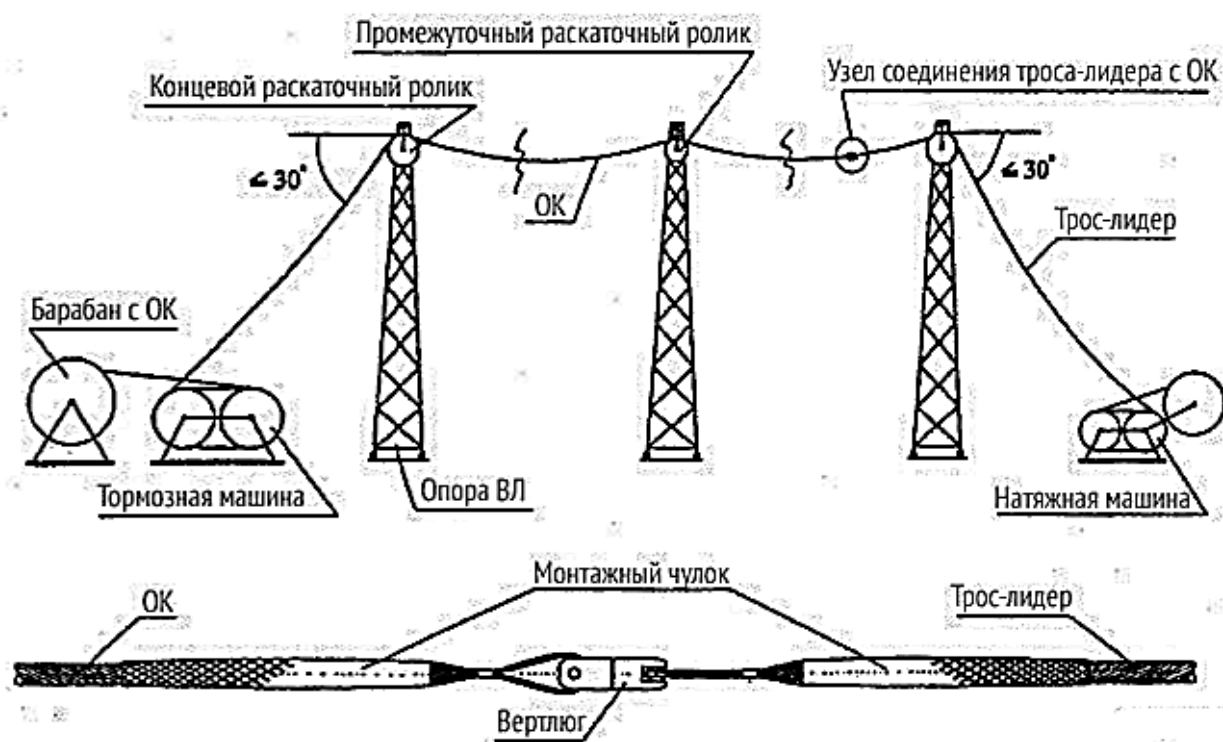


Рисунок 1.5 - Подвес волоконно-оптического кабеля на опоры.

Подвес самонесущих кабелей, содержащих вынесенный силовой элемент (стальной трос или стеклопластиковые стержни), производится после установки консолей на всех опорах. Барабан с кабелем устанавливают на транспортере или кузове автомобиля на козлах. На конце строительной длины трос отделяют от кабеля и крепят к опоре оконечной вязкой. Барабан с кабелем везут по трассе, разматывают и поднимают на ролики, закрепленные на консолях. После его размотки на длине 5-6 пролетов кабель поверх пластмассового покрытия троса захватывают зажимом и натягивают блоками или лебедкой, прикрепленными к опоре. Кабель вынимают из роликов и последовательно крепят в консолях на всех промежуточных опорах, начиная с опоры, смежной с той, на которой выполнена оконечная вязка троса. При этом добиваются обеспечения требуемых стрел провеса троса в пролетах. После закрепления кабеля в консолях на первом участке его разматывают на втором и последующих.

Заземления металлических несущих элементов устраивается на оконечных опорах, а также на промежуточных: в населенных пунктах - через каждые 250 м, вне населенных пунктов - через 2 км. Провод заземления соединяют с тросом специальным зажимом, обеспечивающим надежное долговременное соединение.

Для прокладки ВОЛС между городами Туркестан и Гулистан я выбрала технологию ADSS, то есть методом подвеса кабеля. Это обусловлено следующими причинами:

- на данном направлении имеется ЛЭП;

– вдоль выбранной мною трассы пролегает каменистый грунт, что делает невозможным прокладку кабеля в грунте.

1.6 Выбор трассы прокладки кабеля

При выборе трассы прокладки волоконно-оптического кабеля необходимо выбрать наиболее оптимальный вариант. Линейные сооружения являются наиболее дорогой и сложной частью сети связи, поэтому трассу выбирают исходя из следующих критериев:

- минимальное расстояние между конечными пунктами;
- выполнение наименьшего объема работ при строительстве;
- удобство эксплуатации сооружений и надёжности их работы.

В технологии прокладки оптического кабеля (ОК) много общего с технологией прокладки электрических кабелей связи. Спецификой прокладки ОК являются ограничения на величину изгиба кабеля и уровень прикладываемой механической нагрузки. Превышение нагрузок может привести к обрыву ОК, либо к дефектам волокна, которые в дальнейшем станут причиной отказов в работе оптической линии. Прокладка ОК может проводиться в каналах кабельной канализации, в грунте, путем подвески ОК к опорам воздушных линий электропередачи или контактной сети железных дорог, а также по стенам зданий и внутри помещений. Трасса прокладки ОК определяется расположением конечных пунктов. Все требования, учитываемые при выборе трассы сводятся к трем основным: минимальные капитальные затраты на строительство; минимальные эксплуатационные расходы; удобство обслуживания. Из сказанного ясно, что кабель должен быть проложен в легкодоступных местах, однако на достаточном расстоянии от предметов и механизмов, могущих повредить его. Как правило, кабель укладывают вдоль магистральных автомобильных дорог - это облегчает строительные работы и транспортировку людей и оборудования к месту прокладки. В случае отсутствия автомагистралей трассы проектируют вдоль автомобильных дорог областного и местного значений или, в отдельных случаях, вдоль железных дорог. При отсутствии автомобильных и железных дорог, трассы ОК должны проходить по землям 36 несельскохозяйственного назначения или по сельскохозяйственным угодьям худшего качества, или лесным массивам, в обход возможных затоплений, обвалов, зон с большой плотностью населения грызунов. При выборе трасс ОК учитывается наличие существующих подземных коммуникаций (нефтепроводов, газопроводов, кабелей связи, высоковольтных кабелей и т. д.).

ВОЛС осуществляется с целью предупреждения механических повреждений оптического кабеля при проведении строительных и земляных работ в пределах трассы линии связи. Наибольший эффект в этой работе дают профилактические мероприятия, включающие следующие виды работ: систематический контроль за состоянием ВОЛС, разъяснительная работа на предприятиях, строительных организациях и среди населения о важности выполнения правил по защите линии связи от повреждений, согласование на

работы в охранных зонах ВОЛС, инспектирование и надзор за работами, проводимыми в этих зонах.

Волоконно-оптическая линия связи проектируется на магистрали из города Туркестан в Гулистан. Наша трасса проходит через населенные пункты Шаульдер, Достык, Шардара и Сырдарья.

Таблица 1.3 – Протяженности между пунктами

Обслуживаемый пункт	Расстояние, км	Город
ОП-1		Туркестан
ОРП-2	75,2	Шаульдер
ОРП-3	105	Достык
ОРП-4	97,6	Шардара
ОРП-5	107	Сырдарья
ОП-6	42,2	Гулистан

Для прокладки ВОЛС выбрана наиболее оптимальная трасса, она изображена на рисунке, весь путь, по которому проектируется линия связи проходит вдоль автомобильной дороги.

Протяженности пути вдоль автомобильной трассы составляет 427 километров, что занимает 6 часов 18 минут езды. С города Туркестан до города Шардара трасса следует по одной из главных значимых автодорог Казахстана, которая находится в южной части Казахстана. Трасса следует до самого Гулистана и пролегает до границы с Узбекистаном.

Часть оптического линейного тракта показана на рисунке 1.6.

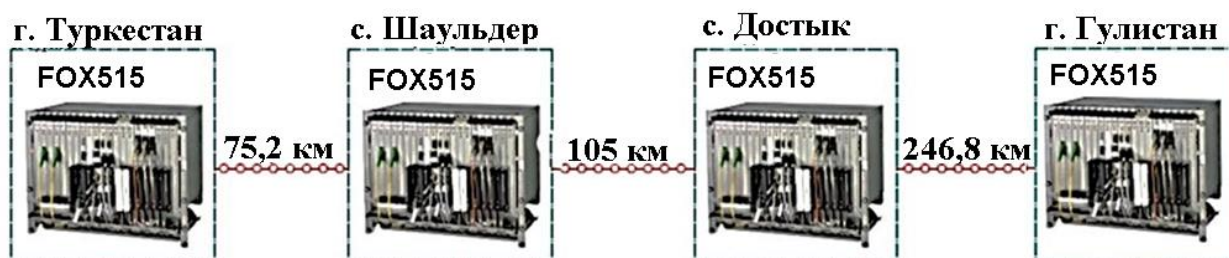


Рисунок 1.6 - Структурная схема цифрового оптического линейного тракта

Из схемы видно, что в качестве оконечного и промежуточного оборудования используется оптический мультиплексор марки FOX515. На схеме показано расстояние между населёнными пунктами, вид кабеля. На схеме изображены оконечные населённые пункты и часть промежуточных:

- г. Туркестан
- с. Шаульдер
- с. Достык
- г. Гулистан

В населённых пунктах с. Шардара и с. Сырдарья устанавливается аналогичное оборудование.

В приложении Б на рисунке Б.1 показана карта с общей протяженностью пути, также отмечены начальный и конечный пункты.

2.Расчет основных параметров

2.1 Расчет необходимого количества каналов

Число каналов для участка Туркестан – Гулистан рассчитывается исходя из численности населения, проживающего в этих пунктах, также необходимо учитывать прирост населения. В г. Туркестан , по данными переписи за 2011 год – 147,1тыс. чел., в Гулистане (2010) –77,3 тыс. чел.

Таким образом, определяется количество населения в этих пунктах, а также окрестностях с учетом среднего прироста

$$N_{\tau} = N_0 \cdot \left(1 + \frac{\Delta N}{100}\right)^{\tau} \quad (2.1)$$

где N_0 – число жителей на время проведения переписи населения, чел.;

ΔN – средний годовой прирост населения в данной местности, %, (принимается (2-3)%);

t – период, определяемый как разность между назначенным годом перспективного проектирования и годом проведения переписи населения, год.

Год перспективного проектирования принимается на 5-10 лет вперед по сравнению с текущим годом. Если в проекте принять 10 лет вперед, то

$$t = 10 + (t_n - t_0) , \quad (2.2)$$

где t_n – год составления проекта, $t_n = 2016$ год;

t_0 – год, к которому относятся данные N_0 ; $t_0 = 2011$ год;

$$t = 10 + (2016 - 2011) = 15 \text{ лет}$$

$$t = 10 + (2016 - 2010) = 16 \text{ лет}$$

По формуле (2.1) рассчитаем численность населения в городе Туркестан – $N_{\text{тр}}$, в Гулистан - $N_{\text{г}}$

$$N_{\text{тр}} = 147100 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right)^{15} = 229\,177$$

$$N_{\text{г}} = 77300 \cdot \left(1 + \frac{3}{100}\right)^{16} = 124\,043$$

Учитывая то обстоятельство, что телефонные каналы в междугородной связи имеют преобладающее значение, предварительно необходимо определить количество телефонных каналов между заданными пунктами. Для расчета количества телефонных каналов можно воспользоваться приближенной формулой

$$N_{\text{тлф}} = \alpha \cdot K_T \cdot y \frac{m_a \cdot m_y}{m_a + m_y} + \beta; \quad (2.3)$$

где α и β – постоянные коэффициенты, соответствующие фиксированной доступности и заданным потерям; обычно потери задаются равными 5%, тогда $\alpha=1,3$; $\beta = 5,6$;

y - удельная нагрузка, то есть средняя нагрузка, создаваемая одним абонентом, $y = 0,15$ Эрл.;

K_T - коэффициент тяготения, колеблется в широких пределах от 0,1 до 12 %. В проекте принимаем $K_T = 12$ %, т.е. $K_T = 0,12$;

m_a и m_y – количество абонентов, обслуживаемых тем или иным конечным пунктом, определяется в зависимости от численности населения, проживающего в зоне обслуживания.

Принимая средний коэффициент оснащенности населения телефонными аппаратами равные 0,3, определим количество

$$m = 0,3 \cdot N_t \quad (2.4)$$

$$M_T = 0,3 \cdot N_{tT} = 0,3 \cdot 229177 = 68753 \text{ чел}$$

$$M_{\text{Ж}} = 0,3 \cdot N_{t\text{Ж}} = 0,3 \cdot 124043 = 37213 \text{ чел}$$

Теперь по формуле (2.3) находим $N_{\text{млф}}$ на участке Туркестан-Гулистан

$$N_{\text{тлф}} = 1,3 \cdot 0,12 \cdot 0,15 \cdot \frac{68753 \cdot 37213}{68753 + 37213} + 5,6 = 571$$

Учитывая, что первичный цифровой канал 2 Мбит/с состоит из 30 стандартных каналов, получим

$$\frac{571}{30} = 19 \times 2 \text{ Мбит/с потоков}$$

Рассчитаем количество телефонных каналов и количество потоков между г. Туркестан и промежуточными пунктами по формуле (2.3)

Для участка Туркестан – Шаульдер (8 382 чел):

$$N_{\text{тлф}} = 1,3 \cdot 0,12 \cdot 0,15 \cdot \frac{68753 \cdot 3803}{68753 + 3803} + 5,6 = 90$$

$$\frac{90}{30} = 3 \times 2 \text{Мбит/с потоков}$$

Для участка Туркестан – п. Достык (3238):

$$N_{\text{тлф}} = 1,3 \cdot 0,12 \cdot 0,15 \cdot \frac{68753 \cdot 1606}{68753 + 1606} + 5,6 = 42$$

$$\frac{42}{30} = 2 \times 2 \text{Мбит/с потоков}$$

Для участка Туркестан – Шардара (30922):

$$N_{\text{тлф}} = 1,3 \cdot 0,12 \cdot 0,15 \cdot \frac{68753 \cdot 13623}{68753 + 13623} + 5,6 = 272$$

$$\frac{272}{30} = 10 \times 2 \text{Мбит/с потоков}$$

Для участка Туркестан – Сырдарья (22614):

$$N_{\text{тлф}} = 1,3 \cdot 0,12 \cdot 0,15 \cdot \frac{68753 \cdot 9963}{68753 + 9963} + 5,6 = 204$$

$$\frac{204}{30} = 7 \times 2 \text{Мбит/с потоков}$$

Основные расчёты выполнены в программе Mathcad 14 и приведены в приложении А рисунок А.

По кабельной линии передачи организуются каналы других видов связи, а также учитываются транзитные каналы.

Количества транзитных каналов определяем для направления трафика на город Тараз.

Посчитать Туркестан–Тараз (352 533) :

$$N_{\text{тлф}} = 1,3 \cdot 0,12 \cdot 0,15 \cdot \frac{68753 \cdot 150788}{68753 + 150788} + 5,6 = 1111$$

$$\frac{1111}{30} = 38 \times 2 \text{Мбит/с потоков}$$

Общее число каналов определим по данной системе:

$$N = N_{\text{тлф}} + N_{\text{в}} + N_{\text{тр}}, \quad (2.5)$$

где $N_{\text{в}}$ – число каналов ТЧ для передачи сигналов вещания, под вещание отводится 1 х 2 Мбит/с поток;

$N_{\text{тр}}$ – число транзитных каналов. В число транзитных каналов

входят каналы связи областных центров с районными центрами, а также каналы для связи Казахстана с ближним и дальним зарубежьем. Для связи областных центров с районными предусматривается 78 х 2 Мб/с потоков

Итого, для связи на данном направлении необходимо:

$$N = 3 \times 2 \text{ Мбит/с} + 2 \times 2 \text{ Мбит/с} + 10 \times 2 \text{ Мбит/с} + 7 \times 2 \text{ Мбит/с} + 78 \times 2 \text{ Мбит/с} \\ = 100 \times 2 \text{ Мбит/с потоков.}$$

Таким образом, учитывая необходимую потребность, на магистрали Туркестан - Гулистан требуется 100 х 2 Мбит/с потока. Проведем еще один анализ:

STM-1 имеет 63 х 2 Мбит/с потока или 1890 каналов. STM-4 вмещает 63 х 4 = 252 х 2 Мбит/с потока, 7560 каналов. Следующая в иерархии система передачи – STM-16, которая вмещает 63 х 16 = 1008 х 2 Мбит/с потока или 30240 каналов, что вполне достаточно для наших целей.

2.2 Расчет длины регенерационного участка

Длина регенерационного участка определяется суммарным затуханием регенерационного участка и дисперсией оптического кабеля. Суммарное затухание состоит из потерь мощности непосредственно в оптическом волокне и из потерь в разъёмных и неразъёмных соединениях.

Суммарные потери регенерационного участка, дБ, можно рассчитать по формуле

$$a_{\Sigma} = n_{p.c} \cdot a_{p.c} + n_{н.с} \cdot a_{н.с} + a_t + a_v \quad (2.6)$$

где $n_{p.c}$ – количество разъёмных соединителей (10);

$a_{p.c}$ – потери в разъёмных соединениях (0,25 дБ); $n_{н.с}$ – количество неразъёмных соединений;

$a_{н.с}$ – потери в неразъёмных соединениях (0,02 дБ);

a_t – допуск на температурные изменения затухания ОВ (1 дБ);

a_v – допуск на изменение характеристик компонентов РУ со временем (5 дБ).

Количество неразъёмных соединений рассчитывается по формуле

$$n_{н.с.} = \frac{L_{орп}}{l_{с.д}} - 1 \quad (2.7)$$

где $L_{орп}$ – расстояние между обслуживаемыми регенерационными пунктами (ОРП), км;

$l_{с.д}$ – строительная длина кабеля – 6 км.

$$n_{н.с.1} = \frac{75,2}{6} - 1 = 12$$

$$n_{H.C.2} = \frac{105}{6} - 1 = 17$$

$$n_{H.C.3} = \frac{97,6}{6} - 1 = 16$$

$$n_{H.C.4} = \frac{107}{6} - 1 = 17$$

$$\Sigma n_{H.C.} = 12 + 17 + 16 + 17 = 62$$

$$a_{\Sigma} = 10 \cdot 0,25 + 62 \cdot 0,02 + 1 + 5 = 9,74 \text{ дБ}$$

Длину регенерационного участка, км, с учетом потерь мощности можно определить по формуле:

$$L_{py} \leq \frac{\mathcal{E}_{\Pi} - \alpha_{\Sigma}}{\alpha}, \quad (2.8)$$

где α - коэффициент затухания ОВ (0,22 дБ); \mathcal{E}_{Π} – энергетический потенциал волоконно-оптической системы передачи (36 дБ);

$$l_{py} = \frac{36 - 9,74}{0,22} = 119 \text{ км}$$

На длину регенерационного участка накладывают ограничения дисперсионные характеристики волокна.

С учетом дисперсии оптического волокна длина регенерационного участка составит:

$$l_{py_{\max}} = \frac{0,25}{\tau \cdot B}; \quad (2.9)$$

где B – требуемая скорость передачи информации, бит/с; τ – значение хроматической дисперсии одномодового оптического волокна, с/км.

$$l_{py_{\max}} = \frac{0,25}{1 \cdot 10^{-12} \cdot 622 \cdot 10^6} = 402 \text{ км}$$

Таким образом, длина регенерационного участка, рассчитанная по формуле (2.9), должна удовлетворять требованию:

$$l_{py_{\max}} \geq l_{py} \quad (2.10)$$

Проверим соответствие полученной длины регенерационного участка выражению (2.10):

$$402 \text{ км} \geq 119 \text{ км}$$

Из выполненных расчетов видно, что на всех участках нет

необходимости устанавливать усилители [5].

Таблица 2.1 – Регенерационные пункты на проектируемом участке

Обслуживаемый пункт	Расстояние, км	Город
ОП-1		Туркестан
ОРП-2	75,2	Шаульдер
ОРП-3	105	Достык
ОРП-4	97,6	Шардара
ОРП-5	107	Сырдарья
ОП-6	42,2	Гулистан

Структурная схема цифрового оптического линейного тракта приведена на рисунке 2.1

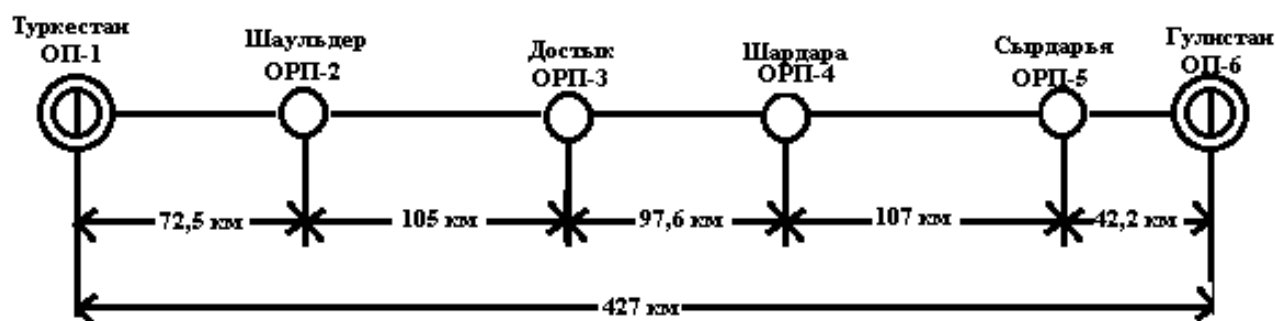


Рисунок 2.1 - Структурная схема цифрового оптического линейного тракта

Цифровым оптическим линейным трактом называется тракт, где передается световой поток, интенсивность которого модулируется цифровым электрическим сигналом, сформированным с помощью определенной кодовой последовательности. Передача оптических WDM - несущих производится по цифровым оптическим линейным трактам.

На рисунке 2.2 представлена схема организация связи.

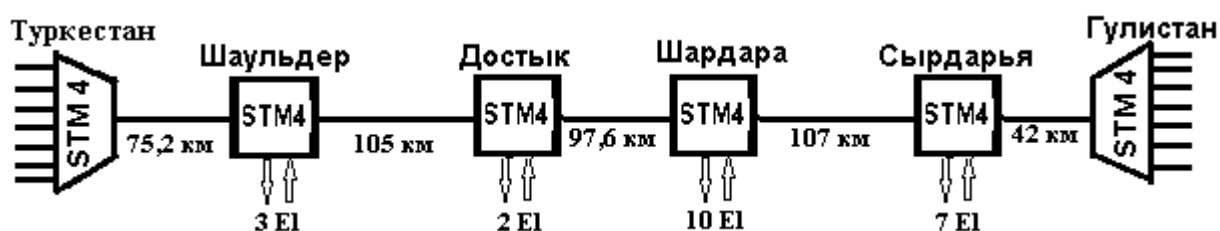


Рисунок 2.2 - Схема организация связи

2.3 Расчет основных характеристик оптического волокна

На данном участке ВОЛС применяется КС-ОКК SM ITU-T Rec. G. 652D, работающий на длине волны $\lambda=1550\text{nm}$.

Кабель марки КС-ОКК предназначен для подвешивания на опорах воздушных линий связи, электрифицированных железных дорогах и линий

электропередач напряжением до 110 кВ; внутри зданий, в специальных трубах Duroline при особо высоких требованиях по устойчивости к внешним электромагнитным воздействиям. Возможна эксплуатация кабеля как внутри объектового в исполнении с наружной оболочкой из самозатухающего ПЭ или ПВХ пластиката (в маркировке кабеля добавляется «нг»: КС-ОККнг). Я буду использовать его для подвешивания на опорах.

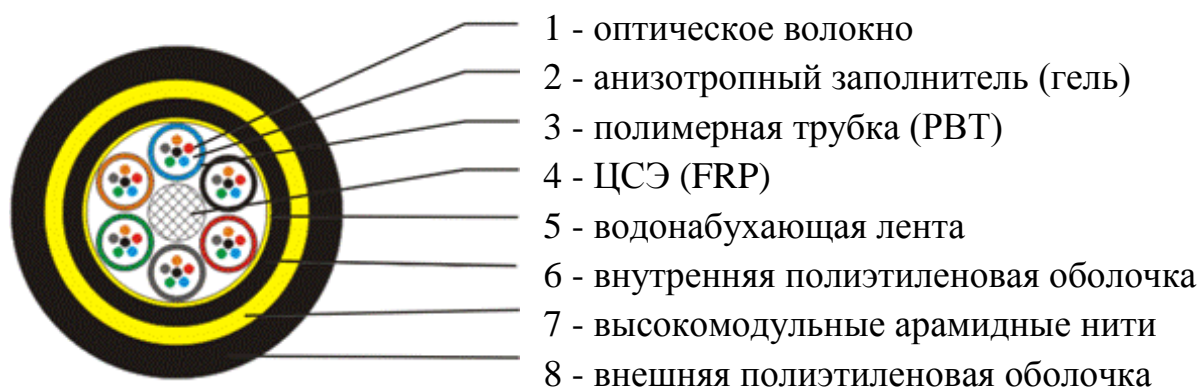


Рисунок 2.3 - Поперечное сечение кабеля

Конструкция кабеля является полностью диэлектрической. Сердечник кабеля содержит центральный силовой элемент из стеклопластика и внешний повив, образованный методом правильной односторонней или SZ скрутки. Во внешнем повиве располагаются оптические модули и кордельные наполнители. Поверх повива наложена оболочка из полиэтилена или пластмассы, не поддерживающей горение. Защитный покров состоит из повива арамидных нитей и внешней оболочки из полиэтилена или пластмассы, не поддерживающей горение. При необходимости дополнительного повышения сцепления внешней оболочки кабеля с повивом силовых элементов применяются адгезивные материалы.

В таблице 2.2 представлены геометрические параметры оптического волокна.

Таблица 2.2. Геометрические параметры оптического волокна

Параметры	Тип оптического волокна
	SM
	ITU-T Rec. G. 652D
Диаметр сердцевины ОВ, мкм	-
Диаметр оболочки ОВ, мкм	125±1
Некруглость оболочки ОВ, %, не более	1,0
Неконцентричность сердцевины и оболочки ОВ, мкм (не более)	0,5
Неконцентричность модового поля и оболочки ОВ, мкм (не более)	0,5

Диаметр модового поля, мкм, на длине волны:	
1310 нм	9,2±0,4
1550 нм	10,5±1,0

Ниже представлены технические характеристики:

- кабели оптические, усиленные высокомодульными арамидными нитями в соответствии с СТ ТОО 41021646-38-2008;
- предельно допустимая рабочая температура в условиях фиксированного монтажа от - 40 °С до + 60 °С;
- устойчивость к циклической смене температур (не менее двух циклов) от - 40 °С до + 60 °С;
- допустимая относительная влажность при температуре 35°С – до 98%;
- оптические параметры волокна представлены в таблице;
- наружная оболочка устойчива к воздействию УФ излучения;
- оптическое волокно – согласно ITU-T Rec. G.652 (B, C или D), ITU-T Rec. G.655 или ITU-T Rec. G.651;
- максимальное растягивающее усилие – от 2700 до 7000 Н;
- максимальная раздавливающая нагрузка – 0,4 кН/см;
- минимальный радиус изгиба кабеля — не менее 20-ти кратного наименьшего размера кабеля;
- строительная длина кабеля — не менее 4000 метров.

В таблице 2.3 представлены оптические параметры кабеля марки КС-ОКК SM ITU-T Rec. G. 652D.

Таблица 2.3 - Оптические параметры волокна.

Параметры	Тип оптического волокна
	Рекомендации ITU-T
	SM
	ITU-T Rec. G. 652D
1. Рабочая длина волны, нм	1310-1550
2. Коэффициент затухания ОВ на длине волны, дБ/км (не более)	
1310 нм	0,36
1383 нм	0,36
1550 нм	0,22
3. Длина волны отсечки (в кабеле), нм (не более)	1260
4. Длина волны нулевой дисперсии, нм, в пределах	1300-1324
5. Наклон дисперсионной характеристики в области длины волны нулевой дисперсии, в интервале длин волн, пс/нм ² *км (не более)	

1285-1330 нм	0,093
1525-1575 нм	-
6. Хроматическая дисперсия, пс/(нм*км), не более в диапазоне длин волн:	
1285-1330 нм	3,5
1530-1565 нм	18
1565-1625 нм	22
8. Дисперсия поляризованной моды пс/км ^{1/2} (не более)	0,2

2.4 Расчет апертуры, защищенности от взаимных помех и надежности в ВОЛС

Важнейшим обобщённым параметром волоконного световода является апертура.

Числовая апертура – основной параметр оптического волокна, связанный с максимальным углом ввода излучения. Она применяется для описания свето принимающей или свето улавливающей способности ОВ и для вычисления эффективности соединения оптического источника с ОВ. Числовая апертура это безразмерная величина, обычно её значение лежит между 0,13 и 0,50. Рассчитаем показатель преломления оболочки n_2 , исходя из оптических характеристик кабеля, числовая апертура $NA = 0,13$

Известно что:

$$NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad (2.11)$$

где n_1 – показатель преломления сердцевины, $n_1=1,4681$. Тогда определим n_2 :

$$n_2 = \sqrt{n_1^2 - NA^2}; \quad (2.12)$$

$$n_2 = \sqrt{1,4681^2 - 0,13^2} = \sqrt{2,1553 - 0,0169} = 1,4678$$

Зная показатели преломления оболочки n_2 и сердцевины n_1 , рассчитаем относительную разность показателей преломления Δ :

$$\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1}, \quad (2.13)$$

$$\Delta = \frac{1,4681 - 1,4678}{1,4681} = 0,000204 \approx 0,0204 \%$$

Обобщённым параметром волоконного световода является нормированная частота V , которая используется для оценки свойств световода. С помощью следующей формулы можно рассчитать нормированную частоту V :

$$V = \frac{2 \cdot \pi \cdot a \cdot NA}{\lambda} \quad (2.14)$$

$$V = 2 \cdot 3,14 \cdot 4,5 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{0,13}{(1,55 \cdot 10^{-6})} = 2,37$$

где a -радиус сердцевинной оболочки, $a = 4,5$ мкм;

n_1 - показатель преломления сердцевинной оболочки, $n_1 = 1,4681$;

n_2 - показатель преломления оболочки, $n_2 = 1,4623$.

Произведем расчет параметров кабеля, исходя из того, что мы имеем одномодовые волокна со ступенчатым профилем показателя преломления с диаметром сердцевинной оболочки $2a = 9$ мкм и критической длиной волны $\lambda = 1250$ нм, диаметр поля моды $2\omega_0$ при длине волны 1550 нм.

$$2 \omega_0 \approx \frac{2,6 \cdot \lambda}{V_c \cdot \lambda_c} \cdot 2a \quad (2.15)$$

где λ – рабочая длина волны, нм;

λ_c –критическая длина волны, выше которой в световод направляется только основная мода;

V_c - критическая нормированная частота, для одномодового режима.

$$V_c = 2,405$$

$$\lambda = 1550 \text{ нм: } 2\omega_0 \approx \frac{2,6 \cdot 1550}{2,405 \cdot 1250} \cdot 9 = \frac{36270}{3006,25} = 12 \text{ мкм}$$

Это значит, что можно выбирать ОВ с диаметром сердцевинной оболочки до 12 мкм. Режим полного внутреннего отражения предопределяет условие подачи света на входной торец волоконного световода. Световод пропускает лишь свет, заключённый в пределах телесного угла θ_a , величина которого обусловлена углом полного внутреннего отражения θ_b . Этот телесный угол θ_a характеризуется числовой апертурой

$$NA = \sin \theta_a = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)} = \sqrt{(1,4681^2 - 1,4623^2)} = 0,13$$

Между углами полного внутреннего отражения θ_b и апертурным углом падения луча θ_a имеется взаимосвязь. Чем больше угол θ_b , тем меньше апертура волокна θ_a . Следует стремиться к тому, чтобы угол падения луча на границу сердечник - оболочка W_p был больше угла полного внутреннего отражения θ_b и находился в пределах от θ_a до 90 градусов, а угол ввода луча в торец световода W укладывался в апертурный угол θ_b ($w < \theta_a$).

Найдем критический угол θ_b , при котором еще выполняется условие полного внутреннего отражения

$$\theta_B = \left(1 - \frac{n_2}{n_1}\right)^2 \quad (2.16)$$

$$\theta_B = \left(1 - \frac{1,4623}{1,4681}\right)^2 = 3,951 \cdot 10^{-3} \text{ рад} \approx 0,225$$

Исходя из полученных данных, можно сказать о том, что угол падения луча на границу сердечник-оболочка, должен лежать в пределах $0,225^\circ < \theta_p < 90^\circ$, чтобы соблюдалось условие полного внутреннего отражения.

Световоды, расположенные в общем сердечнике ОК, могут оказывать влияние на соседние волокна. Уровень взаимных помех в ОК зависит от конструкции кабельного сердечника, т.е. от взаимного расположения волокон.

Степень влияния между ОВ можно оценить, рассчитав вторичные параметры влияния от двух соседних волокон.

Защищенность от помех рассчитывается по формуле:

$$A_3 = 20 \lg \left| \frac{2}{N^2 m L} \right|, \quad (2.17)$$

Переходное затухание на дальнем конце рассчитывается по формуле:

$$A_1 = A_3 + \alpha_L; \quad (2.18)$$

где α - коэффициент затухания ОВ [дБ/км];

L - длина усилительного участка ОК (122 км);

m - коэффициент связи между волокнами ($m=0,6 \div 0,7$)

N - коэффициент проникновения поля через оболочку волокна.

$$N = (g_{1,2} g_{2,3} \cdot e^{-2kt}) / (1 - P_{1,2} P_{2,3} \cdot e^{-2kt}). \quad (2.19)$$

g_{12} и g_{23} - коэффициент преломления на границе сердечника (n_1), в оболочки (n_2) и воздуха (n_3)

$$k = \sqrt{\mu_a \epsilon_a}, \quad (2.20)$$

$$g_{1,2} = 2n_1 / n_1 + n_2 \quad (2.21)$$

$$g_{2,3} = 2n_2 / n_2 + n_3 \quad (2.22)$$

Рассчитываем коэффициенты преломления на границе в оболочки и в воздухе по формулам (2.21) и (2.22):

$$g_{1,2} = \frac{2 \cdot 1,4681}{1,4681+1,4623} = 1,002;$$

$$g_{2,3} = \frac{2 \cdot 1,4681}{1,4681+1,4623} = 1,19.$$

Находим вероятности преломления на границе сердечник – оболочка и оболочка воздух по формулам:

$$P_{1,2} = \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}; \quad P_{2,3} = \frac{n_2 - n_3}{n_2 + n_3} \quad (2.23)$$

$$P_{1,2} = \frac{1,4681 - 1,4623}{1,4681 + 1,4623} = 0,002$$

$$P_{2,3} = \frac{1,4623 - 1}{1,4623 + 1} = 0,19$$

Найдем коэффициент потерь в оболочке по формуле (2.20):

$$k = 2 \cdot 3,14 \cdot 1,935 \cdot 10^{14} \sqrt{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1 \cdot \frac{10^{-9}}{36\pi} \cdot 1,48^2} = 5,9 \cdot 10^6,$$

$$\varepsilon_0 = \frac{10^{-9}}{36\pi} \Phi/\text{м};$$

где $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м};$

$$\varepsilon = 1,48^2;$$

$$\mu = 1.$$

Найдем коэффициент проникновения поля через оболочку волокна по формуле (2.19):

$$N = \frac{1,002 \cdot 1,19 \cdot e^{-5,9 \cdot 10^6} \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{1 - 1,002 \cdot 0,19 \cdot e^{-2 \cdot 5,9 \cdot 10^6} \cdot 2 \cdot 10^{-6}}$$

Найдем защищенность от помех по формуле (2.17):

$$A_3 = 20 \lg \left| \frac{2}{(7,34 \cdot 10^{-6})^2 \cdot 0,6 \cdot 122} \right| = 174,15 \text{ дБ}$$

Найдем переходное затухание на дальнем конце рассчитывается по формуле (2.18):

$$A_1=174,15+0,22\cdot122=200,9 \text{ дБ.}$$

N характеризует долю просачивания энергии через оболочку волокна и, если он меньше $10^{-5} \div 10^{-6}$, то для применяемых на практике ОВ и величин $A_3=90\text{дБ}$; $A_1 \div 100 \div 120\text{дБ}$ их взаимными влияниями можно пренебречь.

Надежность - одна из важнейших характеристик современных сетей с большой протяженностью, обеспечивающая возможность передачи необходимой информации с определенным параметром качества в определенных критериях в продолжение заданного отрезка времени. ВОЛС рассматривается как система, которая состоит из линейного и станционного сооружений. В вопросах надежности относительно к ВОЛС применяются следующие определения, такие как:

- отказ - повреждение на ВОЛС с перерывом связи по одному или всем каналам связи;
- неисправность - повреждение, не вызывающее обрывания связи;
- среднее время между отказами (наработка на отказ, ч.);
- среднее время восстановления связи, ч.;
- плотность отказов - среднее число отказов в единицу времени (час);
- вероятность безотказной работы - вероятность того, что в заданный интервал времени на линии не возникнет отказ;
- коэффициент готовности - вероятность нахождения линии в безотказном состоянии в любой момент времени;
- коэффициент простоя - вероятность нахождения линии в состоянии отказа в любой момент времени.

Отказы и неисправности ВОЛС возникают в любое время, образуя во времени случайный процесс - поток отказов. Процесс устранения отказов на ВОЛС характеризуется временем восстановления t_B , которое в данном дипломном проекте принимается равным 0,5 ч. Время безотказной работы

$$T_{Б.Р} \gg t_B \text{ и } T_{Б.Р} = 7,72 \cdot 10^4 \text{ ч}$$

Тогда плотность потока отказов будет равна:

$$v = \frac{1}{T_{БР}}; \quad (2.24)$$

$$V = \frac{1}{7,72 \cdot 10^4} = 12,95 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$$

И восстановление исправного состояния ВОЛС происходит в течение случайного времени t_B , распределенного по закону Пуассона с параметром, называемым производительностью подсистемы:

$$\mu = \frac{1}{t_B} \quad (2.25)$$

$$\mu = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ ч}^{-1}$$

Определим интенсивность отказов для ВОЛС, протяженностью магистрали $L = 427$ км (от г. Туркестан до г. Гулистан):

$$\lambda_1 = \frac{v}{L}; \quad (2.26)$$

$$\lambda_1 = \frac{12,95 \cdot 10^{-6}}{427} = 31,28 \cdot 10^{-9} \text{ ч}^{-1}/\text{км}$$

Одним из основных параметров оценки качества работы ВОЛС является плотность повреждений m , приходящихся на 100 км трассы в год:

$$m_1 = \lambda \cdot 100 \cdot 8760, \quad (2.27)$$

где 8760 - число часов в году;

100 - длина трассы, при которой определяется значение m ,

$$m_1 = 31,28 \cdot 10^{-9} \cdot 100 \cdot 8760 = 28 \cdot 10^{-3}$$

Интенсивность отказов определяется по формуле:

$$\lambda_{\Sigma} = n\lambda_1 + L\lambda_2 \quad (2.28)$$

где n – число конечных пунктов ($n=5$); L – длина линии, км (427км);

λ_1 – интенсивность отказов конечного пункта, 1/час (10^{-7});

λ_2 – интенсивность отказов одного километра линейно-кабельных сооружений, 1/км (5×10^{-8}).

$$\lambda_{\Sigma} = n\lambda_1 + L\lambda_2 = 5 \cdot 10^{-7} + 427 \cdot 5 \cdot 10^{-8} = 2,12 \cdot 10^{-9}$$

Средняя наработка на отказ определяется выражением

$$T_0 = \frac{1}{\lambda_{\Sigma}}; \quad (2.29)$$

$$T_0 = \frac{1}{2,12 \cdot 10^{-9}} = 47 \cdot 10^7$$

Отказы и неисправности ВОЛС возникают в любой момент, образуя во времени случайный процесс - поток отказов. Процесс устранения отказов на ВОЛС характеризуется временем восстановления. Среднее время восстановле

ния приводится в справочных данных на аппаратуру - 0,5 ч.

Коэффициент готовности системы определяется по формуле

$$K_r = \frac{T_0}{T_0 + T_B} \quad (2.30)$$

$$K_r = \frac{47 \cdot 10^7}{47 \cdot 10^7 + 0,5} = 0,99.$$

Коэффициент простоя системы будет составлять

$$K_{\Pi} = 1 - K_r, \quad (2.31)$$

$$K_{\Pi} = 1 - 0,99 = 0,01.$$

Интенсивность восстановления определяется выражением

$$M = \frac{1}{T_B} \quad (2.32)$$

$$M = \frac{1}{0,5} = 2$$

Вероятность безотказной работы определяется за различные интервалы времени по формуле

$$P(t_0) = e^{(-\lambda \Sigma \cdot T_0)} \quad (2.33)$$

Таблица 2.4 – Вероятность безотказной работы

Вероятность безотказной работы	Интервал времени t, ч.				
	0	1	720	8640	86400
P(t)	1	0,99997	0,97522	0,95321	0,73879

2.5 Выбор типа мультиплексора и расчет шумов оконечного оборудования

На основании приведенного в техническом задании количества потоков E1 рассчитывают необходимую скорость цифрового потока:

$$S_{\text{треб}} = 2,048 \cdot N_{\text{ПЦТ}}, \quad (2.34)$$

где 2,048 Мбит/с – скорость одного ПЦТ;
 $N_{\text{ПЦТ}}$ – количество необходимых ПЦТ.

$$S_{\text{треб}} = 2,048 \cdot 100 = 205 \text{ Мбит/с.}$$

Скорость цифрового потока выбирается по стандартной сетке скоростей SDH. Она должна удовлетворять условию:

$$S_k \geq S_{\text{треб}} \cdot K_p, \quad (2.35)$$

где K_p – коэффициент запаса на развитие сети (1,4...1,5).

$$S_k = 205 \cdot 1,5 = 308 \text{ Мбит/с}$$

Исходя из полученного результата для скорости цифрового потока, выбираем уровень STM-4 – 622 Мбит/с и мультиплексор, рассчитанный на требуемую скорость цифрового потока. Основные технические характеристики системы передачи STM4 приведены в таблице 2.5.

В дипломном проекте выбираем доступный на рынке Казахстана мультиплексор FOX515, который является универсальной коммуникационной платформой. Платформа основана на технологиях SDH/PDH и HDSL. Кроме того платформа предоставляет возможность использования большого количества различных интерфейсных плат(модулей).

Оборудование FOX515 предназначено для работы в условиях электромагнитных помех и предоставляет полный спектр таких современных технологий связи, как: SDH, PDH, ISDN, xDSL, Ethernet, передачу данных (RS232, RS422, RS485, X.21). Платформа FOX515 может быть использована для организации транспортных сетей связи и сетей доступа любых топологий.

Платформа предназначена для создания смешанных корпоративно-технологических сетей связи для энергетических компаний, операторов трубопроводов, железнодорожных компаний и других предприятий, имеющих самые жесткие технические требования по эксплуатации технологических сетей связи.

Таблица 2.5 – Основные технические параметры системы передачи STM 4

Наименование показателей	Мультиплексор STM 4
Номинальная скорость, Мбит/с	622.08
Напряжение электропитания, В	48 - 72
Потребляемая мощность, Вт	35
Скорость входящих потоков, Мбит/с	2,048
Общее число потоков, кол-во	144
Линейный код	NRZ
Диапазон длин волн ,нм	1550
Уровень мощности передачи оптического сигнала $P_{\text{пер}}$, дБм	-4
Минимальный уровень мощности приёма	-36

Р _{пр min} , дБм	
Энергетический потенциал ВОСП Э, дБ	36

Внешний вид мультиплексора FOX515 приведен на рисунке 2.4.



Рисунок 2.4 - Внешний вид мультиплексора FOX515

Практически во всех ЦСП используется равномерная дискретизация сигналов во времени, то есть дискретизация с постоянным периодом T_d , а отклонение от этого периода t_i носят случайный характер. Эти отклонения приводят к изменению формы принимаемого сигнала, что субъективно воспринимается как характерная помеха, называемая шумами дискретизации. Изменение формы принимаемого сигнала при изменении периода дискретизации показано на рисунке 2.5.

Величины t_i определяются главным образом фазовыми флуктуациями импульсов. Если величину отклонения, вызванного высокочастотными фазовыми флуктуациями, обозначить как α_d , а вызванного низкочастотными фазовыми флуктуациями, как β_d , то, считая, что между ними существует статистическая связь, можно показать, что мощность шумов дискретизации на участке не будет превышать:

$$P_{ш.д} = \pi^2 \cdot U_c^2 \cdot ((\alpha_d/T_d)^2 + (\beta_d/T_d)^2),$$

где U_c - эффективное напряжение сигнала.

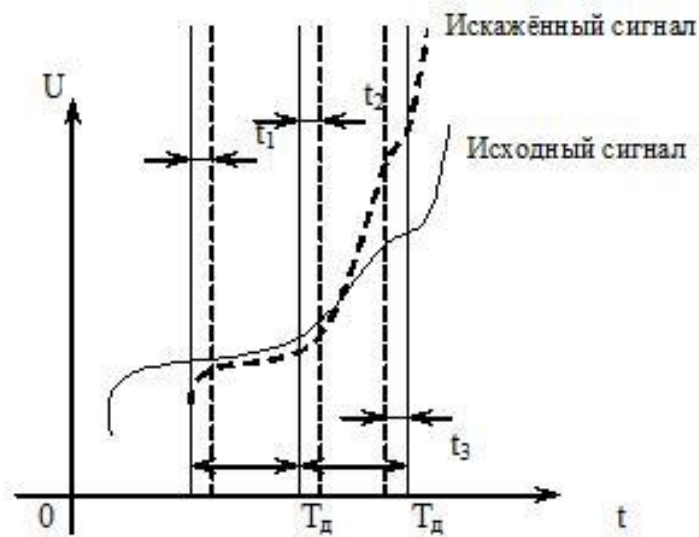


Рисунок 2.5 - Изменение формы принимаемого сигнала при изменении периода дискретизации

Поскольку $\omega_d = 2 \cdot \pi / T_d$, то введя относительные отклонения периода:

$$a_d = \alpha_d / T_d, \quad b_d = \beta_d / T_d$$

можно записать формулу для мощности шумов дискретизации:

$$P_{ш.д} \leq \pi^2 \cdot U_c^2 \cdot (a_d^2 + b_d^2)$$

В этом случае защищенность сигнала от шумов дискретизации запишется как:

$$A_{зд} \geq 10 \lg (\pi^2 \cdot (a_d^2 + b_d^2))^{-1}, \quad (2.36)$$

В основном цифровом канале (ОЦК) с переприемами защищенность снизится на $10 \lg \cdot (n_{пп} + 1)$

где $n_{пп}$ - общее число переприемов как по ТЧ, так и по цифровым потокам.

Экспериментально показано, что в канале ТЧ, образованном на базе ОЦК ($T_d = 125$ мкс), предельная величина t_i не должна превышать 810 нс. Это соответствует минимально допустимой защищенности от шумов дискретизации в канале ТЧ $A_{зид} = 34$ дБ.

Определим сумму квадратов относительных нестабильностей для всех участков данного ОЦК $a_{д\Sigma}^2$. Значения относительных нестабильностей равны:

$$a_{д\Sigma}^2 = (5 \cdot 10^{-5})^2 + (1,5 \cdot 10^{-5})^2 = 27,25 \cdot 10^{-10}$$

Посредством преобразования неравенства (4) определим относительную величину отклонения из-за НЧ фазовых флуктуаций (B_d) на отдельных

участках ОЦК. Считаем, что b_d одинаковы на всех участках:

По величине b_d найдем относительную величину низкочастотной фазовой флуктуации $V_{\phi\phi}$ в линейных трактах на каждом из участков, которая должна быть во столько раз больше b_d , во сколько раз тактовая частота сигнала в соответствующем линейном тракте F_t больше частоты дискретизации $f_d = 8$ кГц.

На проектируемом участке применена цифровая иерархия STM-4 с тактовой частотой $f_t = 622,08$ МГц:

$$V_{\phi\phi} \frac{f_t}{f_d} \cdot b_d; \quad (2.37)$$

$$V_{\phi\phi} = \frac{62208}{8} \cdot 4,6 \cdot 10^{-4} = 9$$

По величине $V_{\phi\phi}$ находится абсолютная величина отклонения периода дискретизации при $T_d = 125$ мкс

$$T = 9 \cdot 125 \cdot 10^{-6} = 1,125 \cdot 10^{-3} \text{ с}$$

Полученная величина находится в пределах допустимых норм отклонений $10^{-3} - 10^{-4}$.

2.6 Определение пропускной способности проектируемой ВОЛС

Основным параметром ВОСП является спектр частот F , пропускаемая световодом. Полоса частот пропускания находится объемом передаваемой информации, которую можно отправить по ОВ. Ограничение F относительно к цифровым системам передачи и предопределено тем, что импульс на приеме приходит в искаженном виде впоследствии различных скоростей распространения в световоде отдельных его частотных составляющих. Полоса пропускания оптического кабеля измеряется в (Гц·км) и определяется

$$W = \frac{0,44}{\tau}, \quad (2.38)$$

где τ – результирующая дисперсия оптического волокна, с/км.

Так как в одномодовом оптическом волокне присутствует только хроматическая дисперсия, то для него пользуются значениями дисперсии, нормированными на нанометр ширины спектра источника и километр длины волокна, которое именуют, как удельной хроматической дисперсией.

Удельная дисперсия измеряется в пс/(нм·км). Хроматическая дисперсия, с/км, связана с удельной хроматической дисперсией соотношением

$$\tau_{xp} = D(\lambda) \cdot \Delta(\lambda), \quad (2.39)$$

где $D(\lambda)$ - удельная хроматическая дисперсия, пс/(нм·км);

$\Delta\lambda$ - ширина спектра излучения источника, нм.

Значение удельной хроматической дисперсии $D(\lambda)$ для расчета хроматической дисперсии $\tau_{\text{хр}}$ по формуле (2.33) берем из таблицы 1.1.

$$D(\lambda)=6\text{пс}/(\text{нм}\cdot\text{км}),$$

$$\Delta\lambda=1,25\text{нм}.$$

Сделав подстановку всех необходимых значений в выражения (2.40) и (2.34), получаем:

$$\tau_{\text{хр}} = 6 \cdot 10^{-12} \cdot 1,25 = 7,5 \cdot 10^{-12} \text{ с/км},$$

$$W = \frac{0,44}{7,5 \cdot 10^{-12}} = 58,6 \cdot 10^9 \text{ Гц}\cdot\text{км}.$$

Полученное значение W является удельной полосой пропускания, чтобы получить пропускную способность кабеля разделим ее на длину кабельной трассы:

$$L_{\text{ОПГ}}=352,$$

$$W_{\text{уд}} = \frac{58,6 \cdot 10^9}{352} = 22,2 \cdot 10^7 \text{ Гц}.$$

3 Безопасность жизнедеятельности

3.1 Анализ условий труда обслуживающего персонала при эксплуатации технического оборудования

В данном дипломном проекте рассматривается организация ВОЛС в городах Туркестан – Гулистан с целью предоставления качественных услуг связи.

Технический персонал состоит из двух сотрудников: главный технический специалист и диспетчер поддержки и мониторинга бесперебойной работы связи и магистральных потоков.

Работа сотрудников непосредственно связана с компьютером, а соответственно с вредным дополнительным воздействием целой группы факторов, что существенно снижает производительность их труда.

К таким факторам можно отнести:

- неправильная освещенность;
- нарушение микроклимата;
- наличие напряжения.

Дата - центр имеет следующие размеры:

- длина (L) = 5,5 метров;

- ширина (В) = 5,5 метров;
- высота (Н) = 4,1 метра.

Дата - центр находится в городе Гулистан в одноэтажном здании, рассчитано на 2 рабочих места.

Рабочие места специалистов состоят из следующих компонентов:

- стол;
- эргономический стул;
- персональный компьютер.

Персональные компьютеры работников подвергаются профилактическим проверкам ежемесячно. Поэтому опасности для жизни и здоровья персонала фактически не представляют.

Специфика труда сотрудников заключается в малой двигательной активности, монотонности выполняемых операций, вынужденной рабочей позой. Эти факторы отрицательно сказываются на самочувствии работника.

Вредными производственными факторами в помещении являются: - недостаточная освещенность рабочего места.

План помещения, где размещены рабочие места сотрудников и главного технического специалиста изображен на рисунке 3.1.

Рабочее место состоит из следующих компонентов:

- два стола;
- два эргономических стула;
- два персональных компьютера, один из которых выполняет также функции сервера (Team Server P4000CW (Intel Xeon E5 - 2600 v3) и Intel Core i7 965XE);

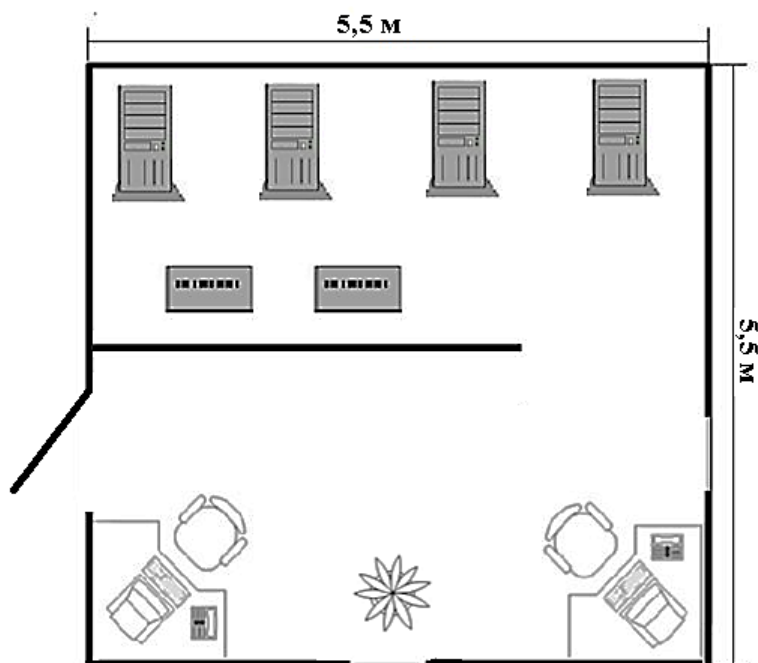


Рисунок 3.1 - План размещения рабочего места в дата-центре.

Объем рабочего помещения, в которых размещен работник, не должен быть меньше 15 м³ /человека с учетом максимального числа одновременно

работающих в смену. Воздух, поступающий в помещение, должен быть очищен от загрязнений, в том числе от пыли и микроорганизмов. Рабочее помещение по вопросам пожарной безопасности относится к классу Д1 (с малой дымообразующей способностью).

3.2 Требования к микроклиматическим условиям

Микроклимат в операторской соответствует оптимальным и допустимым параметрам. Согласно ГОСТ 12.1.005-76 ССБТ «Воздух рабочей зоны, общие санитарно-гигиенические требования», работа людей в нашем помещении относится к первой категории (таблица 3.1).

Таблица 3.1 - Категории работ по энергозатратам организма

Работа	Категория	Энергозатраты Организма Дж/с (ккал/ч)	Характеристика работы
Легкая физическая	I а	Менее 138	Производится сидя и не требует физического напряжения
	I б	138-172	Производится сидя, стоя или связана с ходьбой и сопровождается некоторым физическим напряжением

Микроклиматические условия в операторской согласно ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ можно охарактеризовать как оптимальные (таблица 3.2).

Таблица 3.2 - Оптимальные нормы параметров микроклимата

Период работы	Категория работы	T, °C	Скорость движения воздуха, м/с, не более
Холодный	I а	22-24	0,1
	I б	31-23	0,1
Теплый	I а	23-25	0,1
	I б	22-24	0,2

В любой из периодов года микроклиматические параметры в нашем помещении не превышают установленных допустимых значений: температура летнего периода + 24°C, температура зимнего периода +21°C, +24° C, относительная влажность воздуха – 60% при температуре ниже 36°C, скорость движения воздуха не превышает 0,2 м/с в любой период года.

В таблице 3.3 представлены допустимые значения параметров микроклимата в холодный/теплый период года.

Таблица 3.3 - Допустимые значения параметров микроклимата в холодный/теплый период года

Категория работы	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %, не более	Скорость движения воздуха, м/с, не более
I а	21-25/22-28	75/55 при 28°С	0,1/0,1-0,2

Согласно ГОСТ 12.1.007-76 помещение по содержанию вредных веществ в воздухе рабочей зоны можно соответствует 4 классу опасности. В таблице 3.4 представлены нормирование показателей для классов опасности.

Таблица 3.4 - Нормирование показателей для класса опасности

Наименование	Норма для класса опасности
ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Малоопасные, 4
	Более 10,0
Средняя смертельная концентрация в воздухе рабочей зоны, мг/ж ³	Более 50000

Согласно ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Оптимальные и допустимые нормы микроклимата, в зависимости от категории работ», работа людей в помещении относится к работе лёгкой тяжести (Iа), так как управление оборудованием осуществляется дистанционно с помощью компьютеров. С целью создания нормальных условий для работников предприятий связи установлены нормы производственного микроклимата.

В помещениях при работе с ЭВМ должны соблюдаться следующие климатические условия:

Холодный период года:

- оптимальная температура 22-24 С°, допустимая температура 18-26 С°;
- относительная влажность 40-60 %, допустимая влажность 75%;
- скорость движение воздуха относительная и допустимая 0,1 м/с;

Тёплый период года:

- оптимальная температура 23-25 С°, допустимая температура 20-30 С°;
- относительная влажность 40-60 %, допустимая влажность 55%;
- скорость движение воздуха относительная 0,1 м/с и допустимая 0,1-0,2 м/с.

3.3 Расчет системы искусственного освещения помещения

Помещение зала имеет естественное освещение через два боковых окна, и искусственное освещение, которое позволяет вести работы в темное время суток и днем в местах, где показатель КЕО не соответствует нормативам.

Поэтому рассчитаем общее освещение помещения аппаратного зала длиной $A = 5,5$ м., шириной $B = 5,5$ м., высотой $H = 4,1$ м. С побеленным потолком, светлыми стенами и не завешенными окнами. Разряд зрительной работы – III высокой точности. Нормируемая освещенность – 300 лк. Для помещения используем люминесцентную лампу с мощностью 80 Вт и световым потоком, равным $\Phi = 4250$ лм.

Определение расчетной высоты подвеса:

$$h = H - h_{св} - h_{pn}$$

$$h = 3 - 0,6 - 1 = 1,4 \text{ м}$$

где H - высота помещения;

h_{pn} - высота рабочей поверхности в цеху, (0,8-1 м);

$h_{св}$ - высота свеса светильника (0 -1,5 м);

Расстояние между светильниками (L):

$$L = \lambda \cdot h$$

$$L = 1,4 \cdot 1,5 = 2,1 \text{ м,}$$

где $\lambda = 1,2 - 2,4$.

Определим индекс помещения I :

$$I = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{5,5 \cdot 5,5}{1,4 \cdot (5,5 + 5,5)} = 1,9$$

Коэффициенты отражения от потолка стен и пола равны:

$$\rho_{пот} = 50\% ;$$

$$\rho_{ст} = 50\% ;$$

$$\rho_{пол} = 10\%$$

Определим коэффициент использования η по таблице: $\eta = 63$

В качестве светильника возьмем ЛСП, рассчитанный на две лампы мощностью 80 Вт (1514*38 мм) и световым потоком, равным $\Phi_l = 4250$ лм., световой поток, излучаемый светильником $\Phi_{св}$ равен:

$$\Phi_{св} = \Phi_l \cdot 2$$

$$\Phi_{св} = 4250 \cdot 2 = 8500 \text{ лм}$$

Определим число светильников:

$$N = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{\Phi_{\text{л}} \cdot \eta \cdot n}$$

где S – площадь помещения, $S=30,25$ м.;

K_3 – коэффициент запаса, $K_3=1,5$;

E – заданная минимальная освещенность, $E=300$ лк.;

Z – коэффициент неравномерности освещения, $Z=1,1$;

$\Phi_{\text{л}}$ – световой поток выбранной лампы, $\Phi_{\text{л}}=4250$ лм.;

η – коэффициент использования, $\eta=0,63$.

n – количество ламп в светильнике;

$$N = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 30,25 \cdot 1,1}{4250 \cdot 0,63 \cdot 2} = 3$$

Расположение светильников показано на рисунке 3.2.

Всего для создания нормируемой освещенности 300 лк необходимо 3 светильника серии ЛБ с 2 лампами в светильнике, итого 6 люминесцентных ламп, мощность каждой лампы должна быть не меньше 80 Вт. Расположение выбранных выше светильников серии ЛБ с 2 лампами в каждом, представлены на схеме.

На рисунке 3.2 представлено расположение светильников. В комнате длиной 5,5 метров и шириной 5,5 метров светильники расположены в один ряд. Расстояние от стены до светильника – 1 метр. Расстояние между светильниками – 1,75 метра.

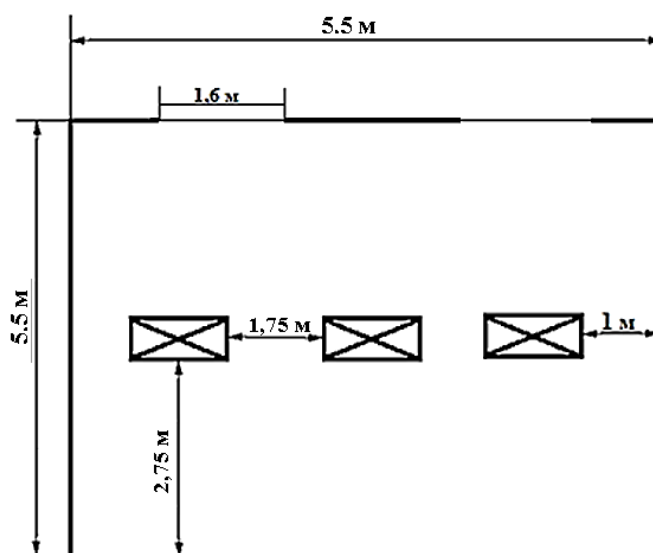


Рисунок 3.2 – Расположение светильников в помещении

3.4 Расчет естественного освещения в производственном помещении

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 (непосредственным или после отражений), к значению наружной горизонтальной освещенности – создаваемой светом полностью открытого небосвода, %.

При боковом естественном освещении нормируется минимальное значение, при верхнем и комбинированном освещении 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 освещением – зоны, примыкающие к наружным стенам с окнами, и зоны с верхним освещением. В этом случае нормирование и расчет естественного освещения в каждой зоне проводится отдельно. Расчет естественного освещения произведен согласно методическим указаниям.

В комнате расположено два окна, которые имеют высоту 1,9 м.

Нижний край окна начинается на уровне 0,9 м от пола.

Нормированные значения КЕО приводятся для III пояса светового климата формуле:

$$e^{IV} = e^{III} \cdot m \cdot c$$

где m и c – коэффициенты, определяемые с СНиП РК 2.04-05-2002, $m=0,9$, а коэффициент c для световых проемов, расположенных в наружных стенах зданий равен $c=0,8$.

По классу выполняемых работ в рассматриваемом помещении, данные помещения можно отнести к “проектным залам, конструкторским бюро”, следовательно, значение КЕО выбираем равным $e_n^{III} = 2,0 \%$.

$$e^{IV} = 2 \cdot 0,9 \cdot 0,8 = 1,44\%$$

Расчет естественного освещения заключается в определении площади световых проемов. При боковом освещении (световые проемы в наружных стенах здания) площадь световых проемов S_0 , обеспечивающую нормированные значения КЕО, можно определить исходя из соотношения:

$$100 \cdot \frac{S_0}{S_n} = \frac{e_n \cdot \eta_0}{\tau \cdot r} \cdot k_{зд} \cdot k_3$$

Формула для определения площади световых проемов S_0 :

$$S_0 = \frac{en \cdot \eta_0}{100 \cdot \tau \cdot r} \cdot k_{30} \cdot k_3 \cdot S_n$$

где S_n - площадь пола помещения (м^2);

e_n - нормированное значение КЕО;

k_3 - коэффициент запаса;

$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4$ - общий коэффициент светопропускания;

η_0 - световая характеристика окон, для нахождения, которой необходимо знать глубину здания, рассчитываемую по формуле $l = B/2 = 2,75 \text{ м}$;

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

$k_{3д}$ - коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями.

Площадь пола помещения:

$$S_n = L \cdot B$$

$$S_n = 5,5 \cdot 5,5 = 30,25 \text{ м}^2$$

$$h_{расч} = h_{ок} + h_{нок} - H_{ст} = 1,9 + 0,9 - 0,8 = 2 \text{ м}$$

$$\eta_0 = 11 - \text{определяется отношением } l / h_{расч}$$

Так как рассматриваемое помещение по типу выполняемых работ относится к производственным помещениям, то значение k_3 примем равным: $k_3 = 1,5$. В качестве светопропускающего материала (τ_1) используются металлопластиковые пакеты, в качестве несущих конструкций (τ_3) используются стальные формы, вид переплета (τ_2) – стальные двойные открывающиеся; τ_4 - коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах, $\tau_4 = 1$ - убирающиеся регулируемые жалюзи и шторы.

В этом случае коэффициент τ равен:

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

$$\tau_0 = 0,8 \cdot 0,6 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,432$$

где r_1 - коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении, благодаря свету, отраженному от поверхности помещения и подстилающего слоя, примыкающего к зданию, принимают по таблице;

$$r_1=1,8.$$

Средневзвешенный коэффициент отражения помещения (пола, стен и потолка) r_{cp} следует рассчитывать по формуле:

$$r_{cp} = \frac{\rho_n A_n + \rho_{cm} A_{cm} + \rho_{nom} A_{nom}}{A_n + A_{cm} + A_{nom}} \quad (5)$$

где $\rho_n, \rho_{cm}, \rho_{nom}$ - коэффициенты отражения материала пола, стен и потолка соответственно;

A_n, A_{cm}, A_{nom} - площадь пола, стен и потолка соответственно.

Если отделка поверхности помещений неизвестна, то для производственных помещений средневзвешенный коэффициент отражения r_{cp} следует принимать равным 0,7, что я и делаю.

$K_{з0}$ -коэффициент, учитывающий затемнение окон противостоящими зданиями, так как затеняющих зданий поблизости нет, $K_{з0}=1$

$$S_o = \frac{S_n e_n \eta_0 K_{з0} K_z}{100 \tau_o r_1} = \frac{30,25 \cdot 1,2 \cdot 11 \cdot 1 \cdot 1,5}{100 \cdot 0,432 \cdot 1,8} = 7,07 \text{ м}^2;$$

Так как у нас одностороннее освещение.

Коэффициент естественной освещенности определим по формуле:

$$e_n = \frac{S_o \tau_o r_1 100_z}{S_n \eta_0 K_{з0} K_z}$$

$$e_n = \frac{3.535 * 0.432 * 1.8 * 100_z}{30,25 * 11 * 1.5} = 0.6$$

Коэффициент естественной освещенности данного помещения составляет $e_n=0.6$ и находится в пределах установленной нормы. Это показывает, что реконструкция оконного проема не требуется.

3.5 Анализ пожарной безопасности

Согласно СНиП 2.04.09-84 здание по степени опасности развития пожара, от функционального назначения и пожарной нагрузки горючих материалов, относится к 1-ой группе категории D.

Причинами возникновения пожара могут быть:

- возгорание элементов аппаратуры;
- возгорание отделочных материалов от неисправных выключателей, розеток;

– несоблюдение режимов эксплуатации оборудования, неправильное действие персонала.

При возникновении пожара может пострадать не только помещение, но и дорогостоящая аппаратура, привести к человеческим жертвам. Поэтому необходимо чтобы были приняты меры по раннему выявлению и ликвидации пожаров. Источниками зажигания могут оказаться электронные схемы ЭВМ, приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, кондиционеры воздуха, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, и др.

В соответствии с требованиями правил пожарной безопасности помещение оборудовано углекислотными огнетушителями ОУ-5 с учетом – один огнетушитель на 100 м^2 . Общая площадь помещения управления составляет 27 м^2 таким образом устанавливаются 1 огнетушитель. В качестве огнетушащего вещества применяется комбинированный углекислотно-хладоновый состав. Расчетная масса комбинированного углекислотно-хладонового состава m_d , кг, для объемного пожаротушения определяется по формуле:

$$m_d = k \cdot g_n \cdot V$$

где $k = 1,2$ – коэффициент компенсации не учитываемых потерь углекислотно-хладонового состава,

$g_n = 0,04$ – нормативная массовая концентрация углекислотно-хладонового состава,

V – объем помещения, м^3

$$V = A \cdot B \cdot H$$

где $A = 5,5 \text{ м}$ – длина помещения,

$B = 5,5 \text{ м}$ – ширина помещения,

$H = 4,1 \text{ м}$ – высота помещения.

$$\text{Тогда: } V = 5,5 \cdot 5,5 \cdot 4,1 = 124 \text{ м}^3$$

$$\text{Следовательно: } m_d = 1,2 \cdot 0,04 \cdot 124 = 5,95 = 6 \text{ кг}$$

Расчетное число баллонов ξ определяется из расчета вместимости в 20-литровый баллон 12 кг углекислотно-хладонового состава. Внутренний диаметр магистрального трубопровода d_i , мм, определяется по формуле:

$$d_i = 12 \cdot \sqrt{2} = 17 \text{ мм}$$

Эквивалентная длина магистрального трубопровода l_2 , м, определяется по формуле:

$$l_2 = k_1 \cdot l$$

где $k_1=1,2$ - коэффициент увеличения длины трубопровода для компенсации не учитывающих местных потерь,

$l = 4,1$ м – длина трубопровода по проекту тогда,

$$l_2 = 1,2 \cdot 4,1 = 4,9 \text{ м}$$

Расход углекислотно-хладонового состава Q , кг/с, в зависимости от эквивалентной длины и диаметра трубопровода равна 1,4 кг/с. Расчетное время подачи углекислотно-хладонового состава t . мин, определяется по формуле:

$$t = \frac{md}{60Q} = \frac{6}{60 \cdot 1,4} = 0,07$$

Масса основного запаса углекислотно-хладонового состава m , кг, определяется по формуле:

$$m = 1,1 \cdot m_d \cdot \left(1 + \frac{k_2}{k}\right)$$

где $k_2=0,2$ – коэффициент учитывающий остаток углекислотно-хладонового состава в баллонах и трубопроводах

$$m = 1,1 \cdot 6 \cdot \left(1 + \frac{0,2}{1,2}\right) = 7,7 \text{ кг}$$

3.6 Вывод

Таким образом, из полученных результатов можно сделать вывод, что для обеспечения нормального функционирования системы автоматического пожаротушения потребуется 1 баллон углекислотно-хладонового состава вместимостью 20 литров, с массой смеси 6 кг. Автоматические установки газового пожаротушения имеют устройства для автоматического пуска в соответствии с ГОСТ 12,4.009-83 Выводы по разделу «Безопасность жизнедеятельности».

В данном разделе был произведён анализ условий труда в рабочем помещении. Уровень условий труда признан допустимым, и данные, полученные из расчетов полностью удовлетворяют требованиям стандартов безопасности жизнедеятельности. В помещении имеется 2 окна. Так как освещение нормальное, было установлено 3 светильника, по 2 лампы в каждом. Мощность каждой лампочки 80 Вт., световой поток 4250 лм. Электротехническое оборудование в помещении является потенциальным источником возникновения и пожароопасности. Из расчетов получили, что для обеспечения нормального функционирования системы автоматического пожаротушения потребуется 1 баллон углекислотно-хладонового состава вместимостью 20 литров, с массой смеси 6 кг [6].

4 Бизнес план

4.1 Характеристика проекта

В данной дипломной работе я проектирую волоконно–оптическую линию связи между городами Туркестан и Гулистан. Среди современных технологических решений для транспортных сетей и сетей доступа волоконно–оптические линии связи выделяются рядом очевидных преимуществ. Однако для того, чтобы их потенциал полностью раскрылся, необходим тщательно и профессионально разработанный проект ВОЛС. Магистральная сеть Туркестан – Гулистан проходит через населенные пункты Шаульдер, Достык, Шардара, Сырдарья. Общая протяженность маршрута составляет 427 км. Из которых 367 км – это расстояние от города Туркестан (Казахстан) до границы Казахстана и Узбекистана, и 60 км – от границы до города Гулистан (Узбекистан).

Для того чтобы увеличить число каналов необходимо на магистрали, обеспечить увеличение объема предоставляемых услуг потребителям, которое даст максимальную возможность прибыли. В данном проекте целью является проектирование магистрали, которая позволит на многие годы вперед увеличить пропускную способность участка, что даст возможность предоставлять в аренду операторам связи большее число каналов и увеличить емкость сети за счет внедрения новой цифровой технологии.

Выбор технологии WDM дает возможность преодолеть ограничения на пропускную способность канала и существенно увеличить скорость передачи данных. Решения на базе WDM могут быть экономически эффективными и в масштабных сетях и в сетях меньшего масштаба. Для этого, в частности, в них должны применяться недорогие мультиплексоры ввода/вывода, устанавливаемые в местах сопряжения местных и опорных сетей. Установка мультиплексоров FOX 515 позволит существенно снизить прямые расходы.

4.2 Стратегия маркетинга

Мероприятия по предоставлению товара на рынок в основном связаны с проведением компании по рекламированию услуг международной связи:

1. Разработка и выпуск общего рекламного проекта (стратегия, идеи и текст, дизайн)
2. Размещение рекламных материалов в специализированных печатных изданиях.

4.3 Организационный план

Для осуществления проекта необходимо приобретение оборудования, указанного в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Состав необходимого оборудования

Наименование оборудования	Число единиц, шт
---------------------------	---------------------

Станционные сооружения:	–
Мультиплексоры ввода/вывода FOX 515	6
Оптические усилители	–
Сервер системы управления и программное обеспечение	1
Измерительные приборы:	
Анализатор спектра Agilent E4411B	2
Темпо 525–90–FC–оптический тестер PON 1310/1490/1550 nm	3
Анализатор ПМД EXFO FTB–5800	3
Рефлектометр Greenlee 930XC–30F UPC/ST	3
Кабель KC–OKK SM ITU–T Rec. G. 652D, км	427 км

4.4 Производственный план

Сроки монтажа и настройки нового оборудования WDM. Начало – 01.05.2016 г. Окончание – 30.09.2016 г. Осуществление проекта на территории, по строительству и обслуживанию магистральной транспортной сети, которая также является ведущим оператором в своем регионе. Предоставление каналов в аренду можно начать с 01.05.2016 монтаж и наладку оборудования системы передачи WDM. На трассе обязуется поставить необходимое измерительное и ремонтное оборудование, обеспечивать сервисное обслуживание, а также окончить строительство в установленные сроки со сдачей в эксплуатацию.

4.5 Международное соглашение

«Об утверждении Соглашения между Правительством Республики Казахстан и Правительством Республики Узбекистан о сотрудничестве в области электрической и почтовой связи

Постановление Правительства Республики Казахстан от 21 апреля 1998 года N 365 [7].

Правительство Республики Казахстан ПОСТАНОВЛЯЕТ: Утвердить Соглашение между Правительством Республики Казахстан и Правительством Республики Узбекистан о сотрудничестве в области электрической и почтовой связи, подписанное 2 июня 1997 года в Алматы. Премьер–Министр Республики Казахстан СОГЛАШЕНИЕ между Правительством Республики Казахстан и Правительством Республики Узбекистан о сотрудничестве в области электрической и почтовой связи (Бюллетень международных договоров РК, 1994 г., N

4, ст. 68) (Вступило в силу 7 мая 1998 года – ж. «Дипломатический курьер», спецвыпуск N 2, сентябрь 2000 года, стр. 165) Правительство Республики Казахстан и Правительство Республики Узбекистан, в дальнейшем именуемые «Сторонами»,

руководствуясь стремлением к развитию существующих связей между народами Республики Узбекистан и Республики Казахстан, основанных на равноправии и взаимовыгодном сотрудничестве,

принимая во внимание, что двусторонние отношения в области связи должны строиться в строгом соответствии с положениями актов Всемирного почтового союза и рекомендациями Международного союза электросвязи, а также иными международными договорами,

считая, что взаимодействие и сотрудничество в области связи должны развиваться на основе взаимопомощи,

желая установить тесные правовые, экономические и технологические отношения для обеспечения бесперебойного функционирования средств связи между Сторонами, согласились о нижеследующем:

Статья 1

Стороны, действуя в объеме своих полномочий и возможностей, в соответствии с общепринятыми нормами и принципами международного права, положениями актов Всемирного почтового союза и рекомендациями Международного союза электросвязи будут продолжать и расширять сотрудничество в области электрической и почтовой связи.»

Благодаря данному соглашению мы можем беспрепятственно проводить волоконно–оптическую линию связи на территории Республики Узбекистан.

4.6 Финансовый план

Сумма затрат для введения в эксплуатацию проектируемой ВОСП приведена в таблице 4.2.

Таблица 4.2– Капитальные затраты [8–18].

Наименование затрат	Количество, штук	Норматив инвестиций, тыс. тг.	Общая сумма, тыс. тг
1	2	3	4
Станционные сооружения:			
FOX 515 мультиплексор (с питанием и программным обеспечением)	6	21000	126000
Оптический усилитель	–	–	–
Сервер системы управления и программное обеспечение TNMS	2	4500	9000
Измерительные приборы:			
Анализатор спектра Agilent E4411B	2	2547	5094
Рефлектометр Greenlee 930XC–30F	3	2382	7146

UPC/ST			
Анализатор ПМД EXFO FTB–5800	3	11055	33165
Темпо 525–90–FC–оптический тестер PON 1310/1490/1550 nm	3	1390	4170
Кабель КС–ОКК SM ITU–T Rec. G. 652D, км	427	160	68320
Прочие расходы:			
Расходный материал и инструменты для монтажно–настроечных работ в ОРП и ОП	6	40	240
Затраты на монтаж и Наладку оборудования	5	25	125
Подготовительные и изыскательные	5	10	50
Затраты на рекламную кампанию	–	–	1800
Итого			255110

4.7 Годовые эксплуатационные расходы

Чтобы определить общий штат по обслуживанию участка магистрали $P_{\text{общ.}}$, необходимо рассчитать штат по обслуживанию линейно–аппаратного цеха (ЛАЦ).

Рассчитаем штат ЛАЦ ОРП и ЛАЦ ОП. На магистрали имеется 4 ОРП и 2 ОП. Для обслуживания данной аппаратуры по нормативам расчета штата [19] ОРП и ОП необходим магистральный инженер и 5 сменных электромехаников.

$$P_{\text{общ.}} = (1+5) \cdot (4+2) = 36 \text{ человек}$$

4.8 Расходы на эксплуатацию ВОСП

Средняя заработная плата одного служащего составляет 95 тыс. тг. [20] На срок монтажа и настройки оборудования принимают в штат 5 человек (на срок 6 месяцев).

Заработная плата за этот срок

$$ЗП_1 = 5 \cdot 6 \cdot 95 = 2,850 \text{ тыс. тг.}$$

Годовой фонд оплаты труда по штатам ОРП и ОП

$$ЗП_2 = 36 \cdot 12 \cdot 95 = 41,040 \text{ млн. тг.}$$

Дополнительная заработная плата (30 % фонда оплаты труда)

$$ЗП_{\text{доп}} = 0,3 \cdot ЗП_2, \quad (4.1)$$

$$ЗП_{\text{доп}} = 0,3 \cdot 41,040 = 12,312 \text{ млн. тг.}$$

Расходы по заработной плате (фонд оплаты труда) определяются по формуле

$$\text{ФОТ} = ЗП_1 + ЗП_2 + ЗП_{\text{доп}}, \quad (4.2)$$

$$\text{ФОТ} = 2,850 + 41,040 + 12,312 = 56,202 \text{ млн. тг.}$$

Социальный налог составляет 11% от ФОТ, после отчисления 10 % от ФОТ в пенсионный фонд

$$С_{\text{н}} = 0,11 \cdot (\text{ФОТ} - 0,1 \cdot \text{ФОТ}), \quad (4.3)$$

$$С_{\text{н}} = 0,11 \cdot (56,202 - 0,1 \cdot 56,202) = 5,564 \text{ млн. тг.}$$

Амортизационные отчисления для отрасли связи составляют 25% в год от суммы капитальных затрат

$$A = 0,25 \cdot K, \quad (4.4)$$

где K – сумма капитальных затрат, 255,11 млн. тг.

$$A = 0,25 \cdot 255,11 = 63,778 \text{ млн. тг.}$$

Расходы на материалы и запасные части составляют 0,5 % в год от суммы капитальных затрат

$$P_{\text{м}} = 0,005 \cdot K, \quad (4.5)$$

$$P_{\text{м}} = 0,005 \cdot 255,11 = 1,275 \text{ млн. тг.}$$

Расходы на электроэнергию

$$P_{\text{эл}} = 8760 \cdot Ц_{\text{кВт}} \cdot (W_1 \cdot N_1), \quad (4.6)$$

где W_1 – мощность, потребляемая мультиплексором, 0,1 кВт/ч;

W_2 – мощность, потребляемая оптическим усилителем, 0,025 кВт/ч;

$Ц_{\text{кВт}}$ – цена одного киловатта электроэнергии, договорная, составляющая на данный момент:

– днем (с 7:00 до 17:00) — 14,93 тг за кВт/ч;

– вечером (с 17:00 до 23:00) — 27,33 тг за кВт/ч;

– ночью (с 23:00 до 7:00) — 4,87 тг за кВт/ч;

N_1 – количество мультиплексоров, 5;

N_2 – количество оптических усилителей, 3;
8760 – количество часов в году.

$$P_{эл} = (2920 \cdot 3,44 + 4380 \cdot 10,11 + 1460 \cdot 25,23) \cdot (0,1 \cdot 6) = 54,697 \text{ тыс. тг.}$$

Накладные расходы составляют 70 % от основных расходов

$$P_{накл} = 0,7 \cdot P_{осн}, \quad (4.7)$$

Накладные расходы определяются по формуле

$$P_{накл.} = 0,7 \cdot (\text{ФОТ} + C_n + A + P_m + P_{эл}), \quad (4.8)$$

$$P_{осн.} = 54,402 + 5,564 + 63,778 + 1,275 + 0,054 = 124,894 \text{ млн. тг.}$$

$$P_{накл} = 0,7 \cdot 124,894 = 87,426 \text{ млн. тг.}$$

Годовые эксплуатационные расходы

$$\mathcal{E}_{год} = P_{накл.} + A + P_{эл} + P_m + \text{ФОТ} + C_n, \quad (4.9)$$

$$\mathcal{E}_{год} = 87,426 + 63,778 + 54,697 + 1,275 + 0,054 + 5,385 = 212,615 \text{ млн.тг.}$$

Расчеты эксплуатационных расходов сведем в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 – Эксплуатационные расходы

Статьи затрат	Сумма затрат, млн. тг.
Фонд оплаты труда	54,402
Социальный налог	5,385
Амортизационные отчисления	63,778
Расходы на материалы и запасные части	1,275
Расходы на электроэнергию	0,054
Накладные расходы	87,426
Итого:	212,32

4.9 Доходы и экономическая эффективность

Годовая сумма доходов

$$D = Q \cdot C_{ак} \cdot k, \quad (4.10)$$

где Q – число сдаваемых в аренду каналов, 509;

$C_{ак}$ – цена аренды одного цифрового канала 191 тыс.тг/мес;

k – количество часов в году на сдачу каналов в аренду.
Определим доход от аренды каналов в год

$$D = 509 \cdot 191000 \cdot 12 \cdot 0,3 = 349,988 \text{ млн. тг.}$$

Чистый доход от хозяйственной деятельности определяется по формуле

$$\text{ЧД} = D - \text{Э}_{\text{год}}, \quad (4.11)$$

$$\text{ЧД} = 349,988 - 212,615 = 137,373 \text{ млн. тг.}$$

Налог с прибыли (20% в бюджет) рассчитаем по формуле

$$H_{\Pi} = 0,2 \cdot \text{ЧД}, \quad (4.12)$$

$$H_{\Pi} = 0,2 \cdot 137,373 = 27,475 \text{ млн. тг.}$$

Чистая прибыль предприятия

$$\text{ЧП} = \text{ЧД} - H_{\Pi}, \quad (4.13)$$

$$\text{ЧП} = 137,373 - 27,475 = 109,899 \text{ млн. тг.}$$

Коэффициент общей (абсолютной) экономической эффективности капитальных вложений

$$E = \text{ЧП} / K, \quad (4.14)$$

$$E = 126,595 / 255,11 = 0,496$$

Период окупаемости для проекта

$$T = K / \text{ЧП} = 1 / E, \quad (4.15)$$

$$T = 1 / 0,496 = 2 \text{ года}$$

Экономические показатели проекта до дисконтирования занесены в таблицу 4.4.

Таблица 4.4 – Экономические показатели проекта до дисконтирования

Наименование показателя	Величина
Капитальные затраты, млн. тг	255,11
Эксплуатационные расходы млн. тг	212,615
Годовая сумма доходов, млн. тг	349,988

Чистый доход, млн. тг	137,373
Чистая прибыль, млн. тг	109,899
Коэффициент экономической эффективности	0,496
Срок окупаемости, лет	2

4.10 Расчет показателей эффективности инвестиций

При анализе инвестиционных проектов используются следующие показатели эффективности инвестиций:

- чистая приведенная стоимость проекта (NPV);
- дисконтированный срок окупаемости инвестиций (DPP).

Рассчитаем чистую приведенную стоимость проекта

NPV – это разность между текущей стоимостью денежных поступлений по проекту или инвестиций и текущей стоимостью денежных выплат на получение инвестиций, либо на финансирование проекта, рассчитанная по фиксированной ставке дисконтирования. Значение NPV можно представить как результат, получаемый немедленно после принятия решения об осуществлении данного проекта, так как при расчете NPV исключается воздействие фактора времени, то есть если значение показателя:

- $NPV > 0$ – проект принесет прибыль инвесторам;
- $NPV = 0$ – увеличение объемов производства не повлияет на получение прибыли инвесторами;
- $NPV < 0$ – проект принесет убытки инвесторам.
- NPV рассчитывается по формуле

$$NPV = \sum \frac{PV_i}{(1+E)^i} - I_0 ; \quad (4.16)$$

где PV_i – современная стоимость денежного потока на протяжении экономической жизни проекта – 109,899 млн.тг.;

E – норма дисконта, равная 20%;

I_0 – сумма первоначальных затрат, т.е. сумма инвестиций на начало проекта – 255,11 млн.тг.;

i – количество периодов – 4.

$$NPV = \frac{109,899}{(1+0,2)^1} + \frac{109,899}{(1+0,2)^2} + \frac{109,899}{(1+0,2)^3} + \frac{109,899}{(1+0,2)^4} - 255,11 = 29,389$$

Индекс рентабельности (доходности) инвестиций (PI). Индекс рентабельности представляет собой отношение суммы приведенных эффектов к величине инвестиционных затрат. Индекс рентабельности (PI) рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_{i=l}^n \frac{PV_i}{(1+E)^i} / I_0, \quad (4.17)$$

Очевидно, что если: $PI > 1$, то проект следует принять;
 $PI < 1$, то проект следует отвергнуть;
 $PI = 1$, то проект прибыльный, не убыточный.

$$PI = (\frac{109,899}{(1+0,2)^1} + \frac{109,899}{(1+0,2)^2} + \frac{109,899}{(1+0,2)^3} + \frac{109,899}{(1+0,2)^4}) / 255,11 = 1,11$$

Логика критерия PI такова: он характеризует доход на единицу затрат. В отличие от чистого приведенного эффекта индекс рентабельности PI является относительным показателем.

4.11 Дисконтированный срок окупаемости инвестиций

DPP является одним из наиболее распространенных и понятных показателей оценки эффективности инвестиционного проекта.

Дисконтирование, по сути, характеризует изменение покупательной способности денег, то есть их стоимости, с течением времени. На его основе производят сопоставление текущих цен и цен будущих лет.

Рассматривая механизм формирования показателя периода окупаемости, следует обратить внимание на ряд его особенностей, снижающих потенциал его использования в системе оценки эффективности инвестиционных проектов.

Дисконтированный период окупаемости определяется по формуле

$$DPP = t + \frac{K3 - (PV_1 + PV_2 + \dots + PV_t)}{PV_{t+1}} \quad (4.18)$$

при котором $P_t > I$;

где P_t – чистый денежный поток доходов.

$$DPP = 3 + \frac{255,11 - (91,58 + 76,32 + 63,6)}{53} = 3,5$$

Коэффициент дисконтирования или барьерная ставка это показатель, используемый для приведения величины денежного потока в n–периоде оценки эффективности инвестиционного проекта, другими словами ставка дисконтирования это процентная ставка, используемая для перерасчета будущих потоков доходов в единую величину текущей стоимости.

Экономические показатели проекта после дисконтирования занесены в таблицу 4.5

Таблица 4.5 – Экономические показатели проекта после дисконтирования

Наименование показателя	Величина
Капитальные затраты, млн.тг	255,11
Эксплуатационные расходы, млн.тг	212,615
Чистая прибыль, млн.тг.	109,899
Чистая приведенная стоимость проекта, млн.тг	29,389
Индекс рентабельности инвестиций, млн.тг	1,11
Срок окупаемости, г.	3,5

На рисунке 4.1 отображена диаграмма экономических показателей проекта.

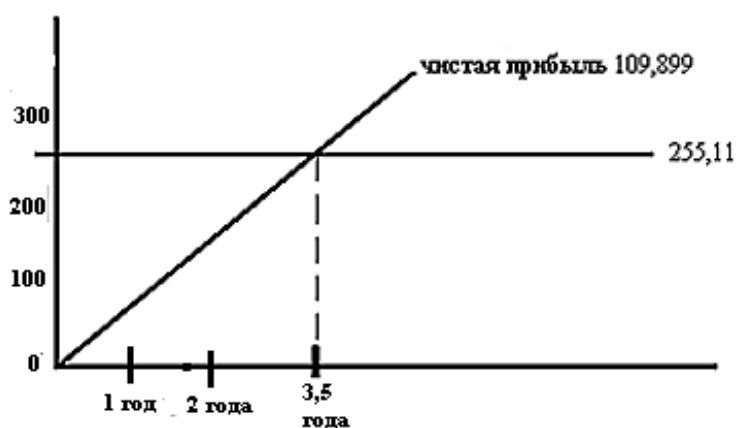


Рисунок 4.1– Диаграмма экономических показателей проекта
4.12 Оценка результата

В первый период эксплуатации модернизированного участка возможны некоторые риски предприятия при ухудшении экономической ситуации в Республике Казахстан, недобросовестности и низкой квалификации работников, при резком ухудшении технического состояния ВОЛС или качества передачи. Это возможно также при неоплате аренды каналов со стороны арендаторов или при неустойчивом спросе на предоставляемые услуги связи.

В заключение можно отметить, что несмотря на возможные риски предприятия, расчетный срок окупаемости данного проекта составляет 2 года, что не превышает нормативных показателей.

Данные показатели говорят, что проектирование магистрали с применением оборудования WDM экономически выгодно.

Заключение

В данной дипломной работе был рассмотрен вопрос прокладки волоконно-оптического кабеля на участке Туркестан – Гулистан с применением технологии ADSS. Выбранная технология в настоящее время широко применяется при прокладке волоконно-оптических линий связи. Данная технология используется в случаях, когда грунт имеет 4 категорию, что осложняет прокладку труб в грунте с использованием кабелеукладчика. Она позволяет удешевить строительные и монтажные работы.

Согласно выбранному методу уплотнения, в работе было подобрано оборудование - мультиплексор FOX515, и кабель, применяемый при использовании технологии ADSS – KC-OKK SM ITU-T Rec. G. 652D. Данное оборудование полностью соответствует уровню развития подобных систем оптической передачи.

В работе был произведён расчёт длины регенерационного участка по затуханию и дисперсии, что составляет соответственно 119 и 402 км. В соответствии с этим была разработана схема организации связи. На схеме показаны оконечные и обслуживаемые регенерационные пункты. В связи с

тем, что расстояние между населенными пунктами не превышает длину регенерационного участка по затуханию, нет необходимости устанавливать оптические усилители. Кроме того, были произведены расчёты характеристик оптического кабеля, расчёт взаимных влияний, расчёт надёжности системы и выбрана трасса прокладки кабеля. Трасса между населёнными пунктами была выбрана вдоль автомобильной дороги, что облегчает процесс прокладки кабеля, а также доставку материалов. Все расчёты, которые были произведены в работе, соответствуют нормам и стандартам связи, что говорит о правильном выборе прокладываемого кабеля и применяемой технологии. Так как трасса пересекает границу между Казахстаном и Узбекистаном, то в дипломной работе приведено Международное соглашение «Об утверждении Соглашения между Правительством Республики Казахстан и Правительством Республики Узбекистан о сотрудничестве в области электрической и почтовой связи», что гарантирует совместные строительно-монтажные работы на территории двух стран.

В работе был проведен анализ условий труда работников узлов связи, и, исходя из этого, произведен расчет системы кондиционирования, производственного освещения.

В работе было проведено экономическое обоснование проектирования системы и рассчитаны основные экономические показатели проекта. Срок окупаемости данного проекта составляет 3,5 года, что говорит об его экономической выгоды.

Перечень сокращений

ATM – (Asynchronous Transfer Mode) асинхронная передача данных;
DPP – (Discounted Playback Period) дисконтируемый срок окупаемости;
DWDM – (Dense Wavelength Division Multiplexing) плотное спектральное мультиплексирование;
EFDA – (Erbium Doped Fiber Amplifier) волоконно-оптический усилитель на оптическом волокне, легированном ионами эрбия;
FDDI – (Fiber Distributed Data Interface) волоконно-оптический интерфейс передачи данных;
FIU – (Fiber Optic Interface unit) блок оптического интерфейса.
GBE – (Gigabit Ethernet) гигабитный Ethernet;
IP – (Internet Protocol) межсетевой протокол;
IRR – (Internal Rate of Return) внутренняя норма доходности;
ISDN – (Integrated Services Digital Network) цифровая сеть с интеграцией служб;
MUX/DEMUX – (Multiplexer/Demultiplexer) мультиплексор демультиплексор;

NPV – (Net Present Value) чистая приведенная стоимость;
 OADM – (Optical Add Drop Muiplexer) оптический мультиплексор ввода-вывода;
 O-E-O – (Optical-Electrical-Optical) оптический-электрический-оптический;
 OLA – (Optical Line Amplifier) оптический усилитель
 OLP – (Optical Line Protection) блок защиты оптической линии;
 OSNR – (Optical Signal-to-Noise Ratio) отношение сигнал/шум для оптического сигнала;
 OTM – (Optical Terminal Multiplexer) оптический оконечный мультиплексор;
 PDH – (Plesiochronous Digital Hierarchy) плезиохронная цифровая иерархия;
 PMD – (Polarization Mode Dispersion) поляризационная дисперсия; REG – (Regenerator) регенератор;
 SDH – (Synchronous Digital Hierarchy) синхронная цифровая иерархия;
 SONET – (Synchronous Optical Networking) синхронная оптоволоконная сеть;
 WDM – (Wavelength Division Multiplexing) спектральное уплотнение каналов;
 БОК – волоконно-оптический кабель;
 БОЛС – волоконно-оптические линии связи;

Список литературы

- 1 сайт [https://ru.wikipedia.org/wiki/Туркестан_\(город\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Туркестан_(город)) (дата обращения 2.02.2016).
- 2 сайт <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/216619> - статья «Спектральное уплотнение каналов» (дата обращения 18.02.2016).
- 3 Практическое руководство по волоконно-оптическим технологиям. Журнал сетевых решений/LAN. № 03, 1997.
- 4 Слепов Н.Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи. М.: Радио и связь, 2000.
- 5 Направляющие системы электросвязи: Методические указания к выполнению курсового проекта /Е.Ю. Елизарова, А.К. Сакабаева. – Алматы: АУЭС, 2010.
- 6 Безопасность жизнедеятельности: Методические указания к выполнению раздела в дипломных проектах / М.К. Дюсебаев. – Алматы: АИЭС, 2003.

7 сайт https://tengrinews.kz/zakon/pravitelstvo_respubliki_kazahstan_premier_ministr_rk/mejdunapodnyie_otnosheniya_respubliki_kazahstan/id-P980000 (дата обращения 10.03.2016).

8 сайт <http://qualtel.ru/production/abb/multipleksor-fox-515/> (дата обращения 18.03.2016).

9 сайт <https://www.perco.ru/support/programmnoe-obespechenie/> (дата обращения 28.02.2016).

10 сайт <http://www.mprofit.ru/descr4268.htm> (дата обращения 28.04.2016).

11 сайт <http://www.skomplekt.com/tovar/1/1/1263534872/> (дата обращения 25.04.2016).

12 сайт http://www.tehencom.com/Companies/EXFO/FTB-500/EXFO_FTB_500/ (дата обращения 13.03.2016).

13 сайт <http://www.skomplekt.com/tovar/1/1/6327314062/> (дата обращения 11.04.2016).

14 сайт http://msktrest.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=55%3Aok&catid=19%3A2011-02-24-09-04-33&Itemid=88 (дата обращения 10.04.2016).

15 сайт http://www.elem-e.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=143&Itemid=162 (дата обращения 8.03.2016).

16 сайт <http://arbitr.ru/press-centr/smi/20362.html> (дата обращения 18.04.2016).

17 сайт https://edu.1cfresh.com/articles/registration_of_transfer_operations_equipmnet_in_the_installation (дата обращения 17.04.2016).

18 сайт http://www.marketing.spb.ru/lib-mm/tactics/campaign_budget.htm (дата обращения 12.03.2016).

19 сайт <http://pda.mzsr.gov.kz/> (дата обращения 19.04.2016).

20 сайт <http://mojazarplata.kz/main/zarabotnaja-plata/zarplatny-kalkuljator> (дата обращения 18.03.2016).

Приложение А

Расчет числа телефонных каналов, произведен в программе Mathcad 14.0

$t1 := 2016$ $t2 := 2011$ $\Delta H := 3$ $\alpha := 1.3$ $y := 0.15$ $\beta := 5.6$ $Kt := 0.12$
 $t := 10 + (t1 - t2) = 15$

$$Ht := \begin{pmatrix} 77300 \\ 8382 \\ 3238 \\ 30922 \\ 22614 \\ 352533 \end{pmatrix} \cdot \left(1 + \frac{\Delta H}{100}\right)^t = \begin{pmatrix} 1.204 \times 10^5 \\ 1.306 \times 10^4 \\ 5.045 \times 10^3 \\ 4.818 \times 10^4 \\ 3.523 \times 10^4 \\ 5.492 \times 10^5 \end{pmatrix}$$

$$HtT := 147100 \cdot \left(1 + \frac{\Delta H}{100}\right)^t = 2.292 \times 10^5$$

$m := Ht \cdot 0.3$ $mT := HtT \cdot 0.3$

$$Nmp := \alpha \cdot Kt \cdot y \cdot \frac{mT \cdot m}{mT + m} + \beta = \begin{pmatrix} 559.798 \\ 92.331 \\ 40.251 \\ 285.049 \\ 219.972 \\ 1.141 \times 10^3 \end{pmatrix}$$

Рисунок А.1- Расчет числа телефонных каналов, произведен в программе Mathcad 14.0

Приложение Б

Трасса прокладки кабеля между оконечными пунктами

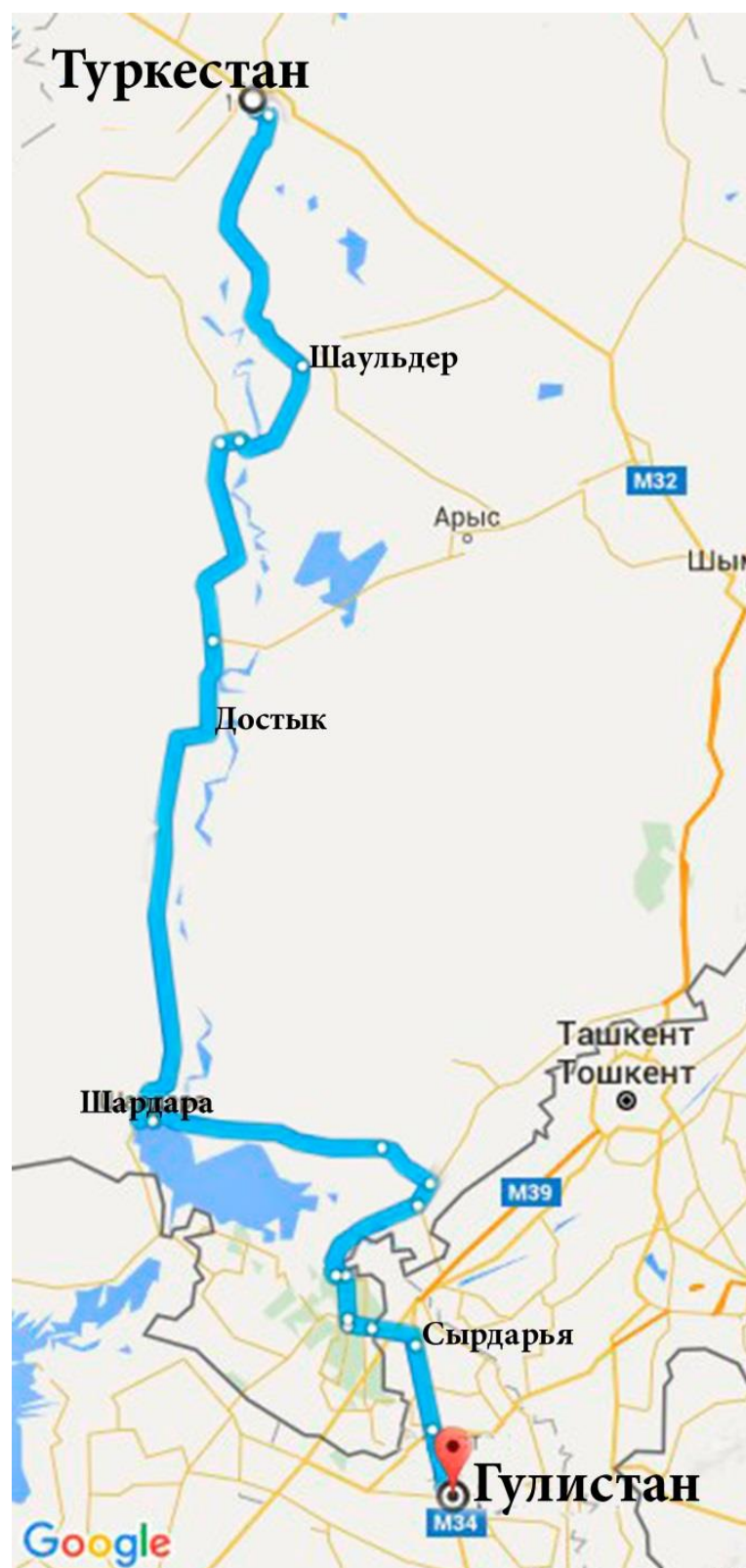


Рисунок Б 1 – Трасса прокладки кабеля между участками Туркестан и Гулистан