

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество  
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

кафедра Жапполовтермине Ғеткеменес

«Допущен к защите»  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(Ф.И.О., ученая степень, звание)

(подпись)

20\_\_ г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Разработка и внедрение технологии PON  
(пассивного оптического сети) на сети для  
УЦД "Алматыбизнес"

Специальность 5B070400, ВТ и ПД.

Выполнил (а) Адиев М.М. БВТ у-10  
(Фамилия и инициалы) группа

Научный руководитель Тергусызова А.С., ст. преподаватель  
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)

Консультанты:

по экономической части:

Еркешбаева З.А., ст. преподаватель  
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)  
Еркешбаева «09» 06 2014 г.  
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:

Шайдарбекова Ш.К., к.х.н., доцент  
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)  
Шайдар «3» 06 2014 г.  
(подпись)

по применению вычислительной техники:

Тергусызова А.С. старший преподаватель  
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)  
ТГ «13» июня 2014 г.  
(подпись)

Нормоконтролер: Тергусызова А.С. старший преподаватель  
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)  
ТГ «13» июня 2014 г.  
(подпись)

Рецензент: К.Ф.-И.Н., доцент Т.А. Шабалин  
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)  
Шабалин «12» 06 2014 г.  
(подпись)

Алматы 2014 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество  
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Факультет Информационные технологии  
Специальность 5В070400, ВЭи ИО  
Кафедра Компьютерные технологии

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студент Адишев Шахмат Шаукетович  
(фамилия, имя, отчество)

Тема проекта Разработка и внедрение технологии PON (пассивные оптические сети) на сети для БЦУ "Алматытелеком"

утверждена приказом ректора № 115 от «24» сентября 2013 г.

Срок сдачи законченной работы «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

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

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Схемы раскладки ВОЛС.
2. Схемы прокладки ВОЛС.

Рекомендуемая основная литература

1. Вешко М. В. Технологии строительства сетей доступа / LIGHTWAVE Russian edition. - 2005. - N3. - С.31-33;
2. Петренко И. И., Убыдунский Р. Р. Пассивные оптические сети PON. Часть 1. Архитектура и стандарты / LIGHTWAVE Russian edition. - 2004. - N3. - С.21-28;
3. А. А. Ионов "Волково-оптические линии передачи", учебное пособие, Новосибирск, 2003 - 150с.
4. Строительство и техническая эксплуатация волоконно-оптических линий связи. Под редакцией Б. В. Попова - М. "Радио и связь" - 1995. - 198с.

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Технология	Зрешев В. Д.	23.05-09.06.14	Зрешев В. Д.
Безопасн. техн.	Шайгарбеков Н. С.	12.05. - 2.06.14	Шайгарбеков Н. С.
Нормоконтроль	Терещунова В. С.	13.06.2014	Терещунова В. С.
Вопросы техн.	Терещунова В. С.	13.06.2014	Терещунова В. С.
Научный руковод.	Терещунова В. С.	13.06.2014	Терещунова В. С.





Дипломная работа содержит 79 страниц машинописного текста, 22 таблицы, 27 рисунков, список использованных источников – 17 наименований.

В дипломной работе разработан проект который должен обеспечить прозрачный транспорт любых информационных потоков, необходимых для предоставления всего комплекса услуг — высокоскоростной безлимитный доступ к интернету, вещание цифрового телевидения в качестве HD и телефонию нового поколения, предоставляющая возможность совершать бесплатные звонки по Казахстану.

В проекте использована программа-симулятор Cisco Packet Tracer, позволяющий разработать сеть передачи данных.

## АНДАТПА

Дипломдық жұмыс машинажазбаның мәтінінің 79 бетін, 22 кесте, 27 әлеміш, пайдалан- бастаудың тізбесі - 17 атау асырайды.

Ара дипломдық жұмыста жоба әзірле- нешінші көрінген, үшін қызмет атқарудың барлық кешенінің жібер- үшін қажетті ақпараттық тасқынның мөлдір көлігін - к интернетке деген высокоскоростной безлимитный рұқсат алуды, вещание цифрлық теледидарлама ара сапа HD және жаңа тұқым телефондама, жібер- істеу мүмкіндік ақысыз қоңырау ша Қазақстан қамсыздандыру керек .

Жобада пайдалан- деректердің берілісінің ауын әзірлеу қоятын Cisco Packet Tracer симуляторі.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7.
1 Технология PON	9.
1.1 Волоконно-оптические линии передач	9.
1.1.1 Основные топологии оптических сетей	11.
1.1.2 Надежность и резервирование в GPON	13.
1.2 Описание технологии GPON	15.
1.2.1 Принцип действия PON	15.
1.2.2 Технология EPON	18.
1.2.3 Базовые спецификации и особенности GPON	21.
2 Проектирование сети GPON для ГЦТ «Алматытелеком»	24.
2.1 Обоснование выбора технологии для участка	24.
2.2 Выбор оптического кабеля. Линейные сооружения	24.
2.2.1 Оптические кабели марки ДПС и ОПС	25.

2.2.2	Оптический кабель Аcome Н-РАСе	27.
2.2.3	Оптический кабель ШОС	29.
2.2.4	«Витая пара» UTP Cat5E	30.
2.2.5	Внутризоновая муфта типа МТОК	30.
2.3	Выбор оборудования	32.
2.3.1	Станционный терминал TurboGEPON LTE-8ST	32.
2.3.2	Абонентские терминалы TurboGEPON ONT	34.
2.3.3	Шкаф стоечный	36.
2.3.4	КРС. Стоечные оптические кроссы	38.
2.3.5	Шкаф антивандальный	39.
2.3.6	Разветвители	40.
2.3.7	Этажные кроссы	41.
2.4	Расчет параметров ВОЛП	43.
2.4.1	Расчет оптического бюджета проектируемой сети	43.
2.4.2	Расчет дисперсии	47.
2.5	Строительство ВОЛП	48.
2.5.1	Особенности строительства ВОЛП	48.
2.5.2	Протяжка кабеля в канализации	49.
2.5.3	Внутримодовая связь	50.
2.5.4	Станционный участок	52.
2.5.5	Прокладка ОК на проектируемом участке	53.
2.6	Измерения в процессе строительства ВОЛП	55.
2.6.1	Проведение измерений	55.
2.6.2	Анализ характеристик ВОЛП с помощью рефлектометра	57.
2.6.3	Тестирование PON при вводе в эксплуатацию	59.
2.7	Симулятор сети Cisco Packet Tracer	61.
3	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	64.
3.1	Общие требования технике безопасности	64.
3.2	Предупреждение возникновения статического электричества	64.
3.3	Основные факторы воздействующие при работе с ПК	65.
3.3.1	Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации ПК	66.
3.4	Освещение рабочего места	66.
3.5	Уровень вибрации и шума на рабочих местах	66.
3.6	Противопожарная безопасность	68.
3.7	Охрана окружающей среды и экология	71.
4	БИЗНЕС ПЛАН	73.
4.1	Резюме	73.
4.2	Расчет капитальных вложений	73.
4.3	Расчет стоимости монтажа	74.
4.4	Расчет капитальных вложений на проектирование сети	75.
4.5	Расчет затрат на материалы для проектирования сети	75.
4.6	Расходы по оплате труда	76.

4.7 Расчет социальных отчислений	77.
4.8 Расчет накладных расходов	77.
4.9 Эксплуатационные издержки	78.
4.10 Оценка экономической эффективности внедрения сети	80.
4.11 Вывод	82.
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	83.
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	
ПРИЛОЖЕНИЯ	

## **ВВЕДЕНИЕ**

Современное общество – информационное общество. Жизнь и деятельность человека неразрывно связана с информацией, ее хранением, передачей и обработкой, Объем данных передаваемых по каналам связи постоянно возрастает. Требуемая полоса пропускания в расчете на одного пользователя стремительно увеличивается.

В то же время существенно возросла конкуренция между операторами на рынке телекоммуникационных услуг, они вынуждены искать эффективные пути развития сетевой инфраструктуры, способные обеспечить должный

уровень конкурентоспособности и повышения доходов от реализации новых услуг связи.

Значительно возросли требования к качеству, эффективности и надежности, а также расширению видов услуг связи. Возможность резкого увеличения объема передаваемой информации реализуется в результате совместного применения новейших цифровых систем коммутации и волоконно-оптических кабелей.

Развернутые в ряде крупных компаний сети широкополосного доступа на базе технологии ADSL/ADSL2+ успешно и своевременно решали задачи быстрого и массового подключения абонентов и предоставления им услуг широкополосного доступа в Интернет. Чтобы не потерять многолетнее доверие клиентов и не лишиться имиджа отрасли, идущей на один шаг впереди, возникает необходимость реконструкции сети.

Одним из перспективных направлений их модернизации является внедрение сетевых решений на базе технологий пассивных оптических сетей — PON (Passive Optical Networks) — и расширение спектра традиционных услуг связи новыми, востребованными услугами. Появление этой технологии заставляет по-новому взглянуть на принципы построения сетей. На смену многоволоконным кабелям, насчитывающим десятки или даже сотни оптоволоконных жил и как следствие, трудным в прокладке и монтаже, приходят маловолоконные сети.

Для крупного оператора, имеющего развитые сети доступа xDSL, переход к волоконно-оптической инфраструктуре на участке доступа можно рассматривать как выход на новый уровень качества предоставления абонентам инфокоммуникационных услуг.

Приоритетной целью внедрения технологии PON является повышение доходов оператора за счет привлечения новых абонентов, заинтересованных в получении современных инфокоммуникационных услуг, путем построения качественно новой широкополосной сети доступа.

Такая сеть доступа, должна: обеспечить прозрачный транспорт любых информационных потоков, необходимых для предоставления всего комплекса услуг — TDM, CATV, пакетных широкополосных сервисов поверх Ethernet и др.; осуществить гибкое распределение разделяемых ресурсов пропускной



способности между пользователями; иметь хорошую масштабируемость — наиболее простое и удобное подключение новых абонентов.

Сети PON значительно изменяют баланс сил на телекоммуникационном рынке, предлагая прагматичную модель работы. В случае их применения оператор может быть в большей степени уверен в компенсации финансовых затрат, прокладывая оптическое волокно от телефонного узла до района с группой потенциальных клиентов — предприятий или индивидуальных пользователей.

Таким образом, технология PON представляет особый интерес в плане расширения сферы применения цифровых широкополосных сетей. Уже сегодня оборудование, которое продается на казахстанском рынке, в одном сегменте сети PON охватывает до 128 абонентских узлов в радиусе до 20 км. Все абонентские узлы являются терминальными, то есть отключение или выход из строя одного из них никак не влияет на работу остальных. Каждый абонентский узел рассчитан на обычный жилой дом или офисное здание и может охватывать сотни абонентов. Это означает, что у операторов связи и их клиентов есть реальный шанс перешагнуть через «последнюю милю» и воспользоваться всеми преимуществами цифровых сетей.

Особая роль отводится поддержке мультимедийного трафика для предоставления прибыльных услуг предприятиям (VoIP, видеоконференц-связь) и частным пользователям (видео по запросу, телевидение по сетям IP, интерактивные игры и др.), а также обеспечению необходимой пропускной способности для прозрачного взаимодействия удаленных офисов (VPLS). Услуги «Три в одном» требуют пропускной способности от 10 Мбит/с, а с HDTV от 16—20 Мбит/с на канал. Использование в Казахстане мультисервисных широкополосных сетей доступа в качестве среды распространения ТВ-контента имеет начальное развитие, однако провайдеры разрабатывают бизнес-модели для предоставления пакетов услуг, занимаются налаживанием взаимоотношений с поставщиками контента и формированием самого рынка потребления. Применение технологии PON для построения сетей абонентского доступа в городах Казахстана является наиболее приемлемым решением с учетом плотности городских жилых застроек, разновидности и типов домов, состояния инфраструктуры технической эксплуатации, линейно-кабельных сооружений (например, кабельной канализации). При этом архитектура PON обладает необходимой

эффективностью наращивания как узлов сети, так и пропускной способности в зависимости от настоящих и будущих потребностей абонентов.

Целью дипломного проекта будет разработка участка пассивной оптической сети доступа одного из районов города Алматы, основанной на технологии Gigabit-PON (GPON) по схеме «оптическое волокно до здания» (Fiber To The Base, FTTB) и в соответствии с потребностями клиентов.

## **1 Технология PON**

### **1.1 Волоконно-оптические линии передачи**

Волоконно-оптическая линия передачи (ВОЛП) - наверняка ряд системы передачи, при котором информация передается соответственно оптическим диэлектрическим волноводам, известным под названием "оптическое волокно". Волоконно-оптическая сеть - наверняка информационная сеть, связывающими препаратами промеж узлами которой числятся волоконно-оптические полосы связи. Технологии волоконно-оптических сетей не считая вопросов волоконной оптики охватывают еще вопросы, прикасающиеся электрического передающего оборудования, его стандартизации, протоколов передачи, вопросы топологии происки и единичные вопросы построения сетей.

Предоставление инфы соответственно ВОЛП обладает целостный ряд плюсов перед передачей соответственно медному кабелю. Скорое вступление в информационные происки оптических линий связи говорят следствием преимуществ, вытекающих из необыкновенностей распространения сигнала в оптическом волокне.

Широкая полоса пропускания - обусловлена совсем высокой частотой несущей 1014 Гц. Наверняка отчуждает возможную возможность передачи соответственно 1 оптическому волокну потока инфы в некое численность Терабит в секунду. Большая полоса пропускания - наверняка одно из наиболее принципиальных преимуществ оптического волокна над медной или хоть какой-никакой другой средой передачи инфы.

Малюсенькое успокоение светового сигнала в волокне. Издаваемое в подлиннее время российскими и забугорными производителями индустриальное оптическое волокно обладает успокоение 0,2-0,4 дБ на длине

волны 1,55 мкм в расчете на Один километр. Малосенское успокоение и малая дисперсия позволяют строить участки линий в неимении ретрансляции протяженностью сообразно 100 км и более.

Небольшой ступень гулов в волоконно-оптическом кабеле позволяет прирастить полосу пропускания, маршрутом передачи различной модуляции сигналов с малеханькой избыточностью кода.

Высокая помехоустойчивость. Этак как волокно изготовлено из диэлектрического кой был применен, оно невосприимчиво к электромагнитным помехам со стороны окружающих кругом медных кабельных систем и электрического оборудования, способного индуцировать электромагнитное истекание (полосы электропередачи, электродвигательные установки и т.д.). В многоволоконных кабелях еще никоим образом никак не возникает проблемы перекрестного действия электромагнитного излучения, характерной многопарным медным кабелям.

Маленький престиж и величина. Волоконно-оптические кабели (ВОК) имеют меньший престиж и величина соответственно сравнению с медными кабелями в расчете на 1 и ту так как пропускную работоспособность. К образцу, 900-сдвоенный телефонный кабель поперечником 7,5 см, владеет вероятностью быть заменен одним волокном с поперечником 0,1 см. Нежели рассмотреть волокно во изобилие защитных оболочек и железной ленточной броней, калибр этакого ВОК будет 1,5 см, как будто в некое численность раз никак не в таковой мерке обозреваемого телефонного кабеля.

Высокая огражденность от несанкционированного доступа. Этак как ВОК практически никоим образом никак не излучает в радиодиапазоне, то передаваемую соответственно нему информацию тяжело подслушать, никоим образом никак не нарушая приема-передачи. Системы мониторинга (неизменного контроля) целостности оптической полосы связи, используя свойства высокой чувствительности волокна, имеют все шансы мгновенно отключить "разбиваемый" канал связи и подать символ переживания. Данные системы в индивидуальности необходимы при исследованию линий связи в правительственных, банковских и некоторых других особенных службах, предъявляющих завышенные требования к охране данных.

Гальваническая развязка долей происки. Наверное преимущество оптического волокна держится в его изолирующем свойстве. Волокно подсобляет избежать электрических "земельных" петель, которые имеют все шансы возникать, как быстро 2 сетевых устройства неизолированной вычислительной происки, связанные медным кабелем, имеют заземления в разных точках постройки, к образцу на разных этажах. При предоставленном владеет вероятностью показаться большая разность потенциалов, как будто

правомочно повредить сетевое оборудование. Для волокна предоставленной проблемы просто так не хватает.

Взрыво - и пожаробезопасность. Из-из-из-за отсутствия искрообразования оптическое волокно усиливает сохранность проишки на хим, нефтеперерабатывающих предприятиях, при обслуживании научно-технических деяний повышенного зарубина.

Экономичность ВОК. Волокно изготовлено из кварца, основание которого придумывает двуокись кремния, широко знаменитого, а потому доступного кой был применен, в отличии от меди. В подлиннее время стоимось волокна соответственно отношению к медной паре соотносится как 2:5. При предоставленном ВОК позволяет возвращать сигналы на значительно большие расстояния в неимении ретрансляции. Количество повторителей на протяженных чертах сокращается при использовании ВОК.

Длинный срок эксплуатации. Со иногда волокно испытывает деградацию. Наверняка означает, как будто успокоение в проложенном кабеле умеренно вырастает. Однако, благодаря совершенству современных технологий производства оптических волокон, этот процесс значительно замедлен, и срок службы ВОК придумывает предположительно 25 лет. Из-из-за наверняка время владеет вероятностью перевернуться некое численность поколений/штампов приемо-передающих систем.

Удаленное электропитание. В некоторых вариантах будет нужно удаленное электропитание узла информационной проишки. Оптическое волокно никоим образом никак не правомочно работать функции силового кабеля. Однако, в этих вариантах допустимо использовать смешанный кабель, как быстро вровень с оптическими волокнами кабель снабжается медным проводящим сочиняющей. Такой кабель широко употребляется как в Казахстане, этак и из-из-за эмоциональным припятствием [3].

### **1.1.1 Основные топологии оптических сетей доступа**

Существуют четыре основные топологии построения оптических сетей доступа: "точка-точка", "кольцо", "дерево с активными узлами", "дерево с пассивными узлами".

«Кольцо». Кольцевая топология (рисунок 1.1) на основе SDH положительно зарекомендовала себя в городских телекоммуникационных сетях.



Рисунок 1.1 – Топология «кольцо»

Однако в сетях доступа не все обстоит также хорошо. Если при построении городской магистрали расположение узлов планируется на этапе проектирования, то в сетях доступа нельзя заранее знать где, когда и сколько абонентских узлов будет установлено. При случайном территориальном и временном подключении пользователей кольцевая топология может превратиться в сильно изломанное кольцо с множеством ответвлений, подключение новых абонентов осуществляется путем разрыва кольца и вставки дополнительных сегментов. На практике часто такие петли совмещаются в одном кабеле, что значительно снижает надежность сети. Фактически главное преимущество кольцевой топологии сводится к минимуму.

«Точка-точка» (P2P). Наиболее простая архитектура. Основной минус связан с низкой эффективностью кабельных систем. Необходимо вести отдельный ВОК из центрального узла в каждое здание или каждому корпоративному абоненту. Данный подход может быть реализован в том случае, когда абонентский узел (здание, офис, предприятие), к которому прокладывается выделенная кабельная линия, может использовать эти линии рентабельно.

Топология P2P (рисунок 1.2) не накладывает ограничения на используемую сетевую технологию. P2P может быть реализована как для любого сетевого стандарта, так и для нестандартных решений, например, оптические модемы. С точки зрения безопасности и защиты передаваемой информации при соединении P2P обеспечивается максимальная защищенность абонентских узлов.



Рисунок 1.2 – Топология «точка-точка»

Поскольку ОК нужно прокладывать индивидуально до абонента, этот подход является наиболее дорогим и привлекателен в основном для крупных абонентов.

«Дерево с активными узлами». Дерево с активными узлами (рисунок 1.3) – это экономичное с точки зрения использования волокна решение.

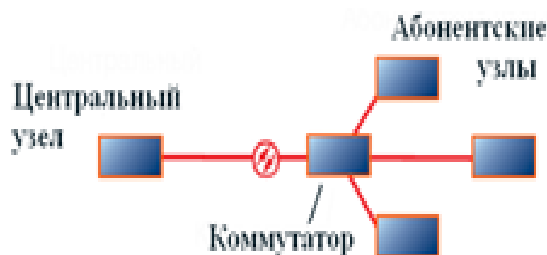


Рисунок 1.3 – Топология «дерево с активными узлами»

Это решение хорошо вписывается в рамки стандарта Ethernet с иерархией по скоростям от центрального узла к абонентам 1000/100/10 Мбит/с (1000Base-LX, 100Base-FX, 10Base-FL). Однако в каждом узле дерева обязательно должно находиться активное устройство (применительно к IP-сетям, коммутатор или маршрутизатор). Оптические сети доступа Ethernet, преимущественно использующие данную топологию, относительно недороги. К основному недостатку следует отнести наличие на промежуточных узлах активных устройств, требующих индивидуального электропитания.

«Дерево с пассивным оптическим разветвлением PON (P2MP)». Решения на основе архитектуры PON (рисунок 1.4) используют логическую топологию «один ко многим» или «точка – многоточка» P2MP (point-to-multipoint), которая положена в основу технологии PON, к одному порту центрального узла можно подключать целый волоконно-оптический сегмент древовидной архитектуры, охватывающий десятки абонентов.

При этом в промежуточных узлах дерева устанавливаются компактные, полностью пассивные оптические разветвители (сплиттеры), не требующие питания и обслуживания.

Общеизвестно, что PON позволяет экономить на кабельной инфраструктуре за счет сокращения суммарной протяженности оптических волокон, так как на участке от центрального узла до сплитера используется



всего одно волокно. При этом возникает и другой немаловажный источник экономии – сокращение числа оптических передатчиков и приемников в центральном узле. Между тем экономия второго фактора в некоторых случаях оказывается даже более существенной.



Рисунок 1.4 – Топология «дерево с пассивным оптическим разветвлением»

Преимущества архитектуры PON:

- а) Отсутствие промежуточных активных узлов;
- б) Экономия волокон от центрального узла до разветвителя;
- в) Экономия оптических приемопередатчиков в центральном узле;
- г) Легкость подключения новых абонентов и удобство обслуживания (подключение, отключение или выход из строя одного или нескольких абонентских узлов никак не сказывается на работе остальных).

Древовидная топология P2MP позволяет оптимизировать размещение оптических разветвителей исходя из реального расположения абонентов, затрат на прокладку ОК и эксплуатацию кабельной сети.[2]

К недостаткам можно отнести возросшую сложность технологии PON и отсутствие резервирования в простейшей топологии дерева.

### 1.1.2 Надежность и резервирование в GPON

Слабенькой стороной систем доступа GPON с топологией обычного бревна считается неимение резервирования.

Наиболее негативным для системы считается дефект волокна, идущего от OLT к ближайшему разветвителю (фидерного волокна). В указанном случае более четко имеет место быть недочет козни PON сообразно сопоставлению с круговой топологией SDH. Единоразовое дефект волокна

водит к утрате взаимосвязи для только сектора, кой к нему включен. А наверное имеют все шансы существовать 10-ки абонентских узлов и сотни абонентов. Все они остаются в отсутствии козни. Среднее время возобновления варьируется в широких пределах – от нескольких дней по нескольким недель (в зависимости от трудности дефекта и способностей оператора).

В мощь особенности топологии PON, задача снабжения достоверного функционирования никак не считается настолько обычный, как в кольцевых топологиях SDH. При этом полоска обратного потока в PON считается единой и создается обилием абонентских узлов.

В G.983.1 предложены 4 разных топологии. Мы осмотрим 3 главных варианта возведения резервных систем PON.

В согласовании с рисунком 1.5а выборочное сохранение со стороны центрального узла исполняется сообразно схеме 2xN. Основной узел снабжается 2-мя оптическими модулями LT-1 и LT-2, в каких проистекает терминирование 2-ух волокон. В обычном режиме при неимении дефектов волокон главной канал считается функциональным, и сообразно нему организуется дуплексная предоставление. Запасной канал – никак не функциональный, лазерный диод на LT-2 выключен. Фотоприемник на LT-2 при данном имеет возможность выслушивать задний поток. Ежели повреждается идущее от центрального узла волокно главного канала, то автоматом активируется приемопередающая система LT-2. Для увеличения прочности, в качестве фидерных целенаправлено применять волокна, которые вступают в состав различных физиологически разнесенных оптических кабелей.

Выборочное сохранение со стороны абонентского узла позволяет нарастить незыблемость его работы (набросок 2.5,б). В данном случае потребуется 2 оптических модуля LT-1 и LT-2 на абонентский узел. Перескакивание на запасной канал проистекает подобно предыдущему варианту. Никак не непременно включать все абонентские узлы сообразно резервному каналу. Отличие сообразно цены абонентских узлов с резервированием (2 модуля LT-1 и LT-2 ) и в отсутствии него (Вотан часть LT) позволяет дифференцированно давать сервисы разным категориям абонентов.

При наполненном резервировании системы PON она делается стабильной как к выходу из строя приемо-передающего оснащения OLT и ONT, так и к дефекту хоть какого участка волоконно-оптической кабельной системы. Информационные потоки на ONT генерируются сразу двумя узлами LT-1 и LT-2 и передаются в 2 параллельных канала (набросок 2.5 в). OLT передает в трасса лишь 1 копию очередности сигналов.

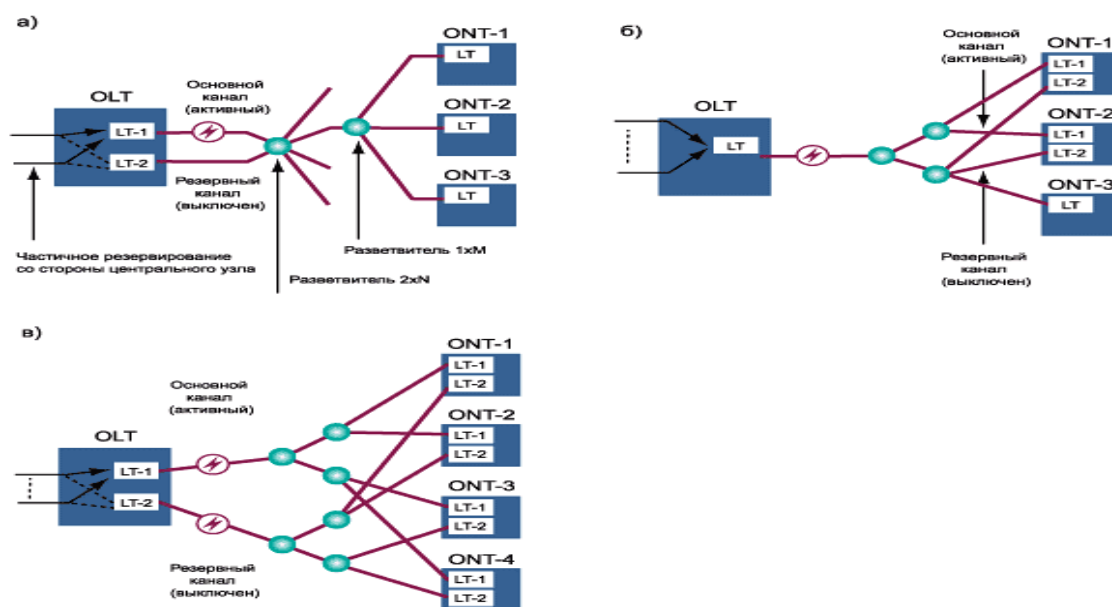


Рисунок 1.5 - Основные варианты построения резервных систем PON

Аналогично происходит дублирование трафика в прямом потоке. ONT передает далее на пользовательские интерфейсы только одну копию входного сигнала. При повреждении волокна или приемопередающих интерфейсов переключение на резервный канал будет очень быстрым и не приведет к прерыванию связи. Не обязательно подключать все абонентские узлы по резервному каналу. Здесь, как и во втором варианте, также не обязательно подключать все абонентские узлы по резервному каналу.

В дипломном проекте осуществляется 100% резервирование магистральных ОВ, т.е. на один разветвитель приходится два ОВ, что так же дает возможность установить разветвители 2xN, с использованием резервирования со стороны центрального узла.

## 1.2 Описание технологии GPON

PON (пассивные оптические сети) – это семейство быстро развивающихся, наиболее перспективных технологий широкополосного мультисервисного доступа по оптическому волокну. Технология PON является одной из самых современных технологий оптических сетей, следовательно, построенная по ней сеть не так быстро потребует замены как морально устаревшая. К тому же древовидная архитектура позволяет сравнительно легко увеличивать абонентскую емкость сети. Кроме того, использование технологии PON обеспечивает высокую надежность, благодаря пассивным элементам ветвлений. В этом заключается безусловное преимущество.

### **1.2.1 Принцип действия PON**

Древовидная структура доступа PON, базирующаяся на построении волоконно - кабельных сетей, с пассивными оптическими разветвителями, видется более экономичной и способной снабдить широкополосную передачу различных прибавлений. При данной структуре PON владеет нужной отдачей наращивания как узлов козни, так и пропускной возможности в зависимости от реальных и грядущих потребностей абонентов.

Операторы связи, коммунальные и строительные фирмы все чаще молвят о интеграции услуг связи, применяя термин «3 в одном». В данном наиболее основное превосходство технологии, все сервисы, разрешено заполучить из одной розетки! Так как пассивная оптическая сеть заводится напрямик в жилплощадь абонента, никак не требуя установки в жилище функционального оснащения, будто увеличивает незыблемость и свойство козни. Ветвление на телефонный, телевизионный и веб кабели происходит теснее в жилплощади, из оптического модема. Высочайшая пропускная дееспособность волоконно-оптических решений доступа готовит их очень симпатичными для реализации данной вариации телекоммуникационных сервисов.

Еще 5 лет назад зрительный кабель числился очень драгоценным. Но в настоящее время спасибо всекому понижению расценок на оптические составляющие данный подъезд стал своевременен. Сейчас прокладывать ОК для организации козни доступа стало рентабельно и при обновлении стареньких, и при строительстве новейших сетей доступа (крайних миль). При данном наличествует очень много разновидностей выбора волоконно-оптической технологии доступа.[11]

Решения на базе зодчества PON употребляют закономерную топологию «крапинка многоточка» P2MP (point-to-multipoint), коия положена в базу технологии PON. К 1 порту центрального узла разрешено включать цельный волоконно-зрительный сектор древовидной зодчества, обхватывающий 10-ки абонентов. При данном в промежных узлах бревна инсталлируются малогабаритные, вполне пассивные оптические разветвители (сплиттеры), никак не требующие кормления и сервиса.

Определение главных определений.

Основной узел OLT (optical line terminal) – приспособление, устанавливаемое в центральном кабинете, оно воспринимает эти со стороны магистральных сеток чрез интерфейсы SNI (service node interfaces) и сформировывает нисходящий поток к абонентским узлам (непосредственный поток) сообразно бревну PON.

Абонентский узел ONT (optical network terminal) владеет, с одной стороны, абонентские интерфейсы, а с иной, – интерфейс для включения к бревну PON – предоставление проводится на протяженности волны 1310 нм, а прием – на протяженности волны 1550 нм. ONT воспринимает эти от OLT, конвертирует их и передает абонентам чрез абонентские интерфейсы UNI (user network interfaces).

Зрительный разветвитель – наверное инертный зрительный многополюсник, распределяющий поток оптического излучения в одном направленности и соединяющий некоторое количество потоков в обратном направленности. В едином случае у разветвителя имеет возможность существовать M входных и N weekenda портов. В сетях PON более нередко употребляют разветвители 1xN с одним входным портом. Разветвители 2xN имеют все шансы употребляться в системе с резервированием сообразно волокну.

Главная мысль зодчества PON – внедрение только 1-го приемопередающего модуля в центральном узле OLT для передачи инфы большому количеству абонентских приборов ONT и приема инфы от их. Осуществление данного принципа показана на рисунке 3.1. Количество абонентских узлов ONT, присоединенных к 1 приемопередающему модулю OLT, имеет возможность существовать так огромным, как дозволяет бюджет силы и наибольшая прыть приемопередающей техники. Для передачи потока инфы от OLT к ONT – прямого (нисходящего) потока, как верховодило,

используется протяженность волны 1490 и 1550 нм. Напротив, потоки этих от различных абонентских узлов в основной узел, вместе образующие задний (восходящий) поток, передаются на протяженности волны 1310 нм. В OLT и ONT интегрированы мультиплексоры WDM (Wavelength-division multiplexing – мультиплексирование с делением согласно длинам волн), делящие исходящие и входящие потоки.

Непосредственный поток на уровне оптических сигналов считается широкополосным. Любой абонентский узел ONT, читая адресные поля, принимает места назначения в согласовании с MAC-адресом абонентского терминала и выделяет из всеобщего потока уготованную лишь ему дробь инфы (набросок 1.6).

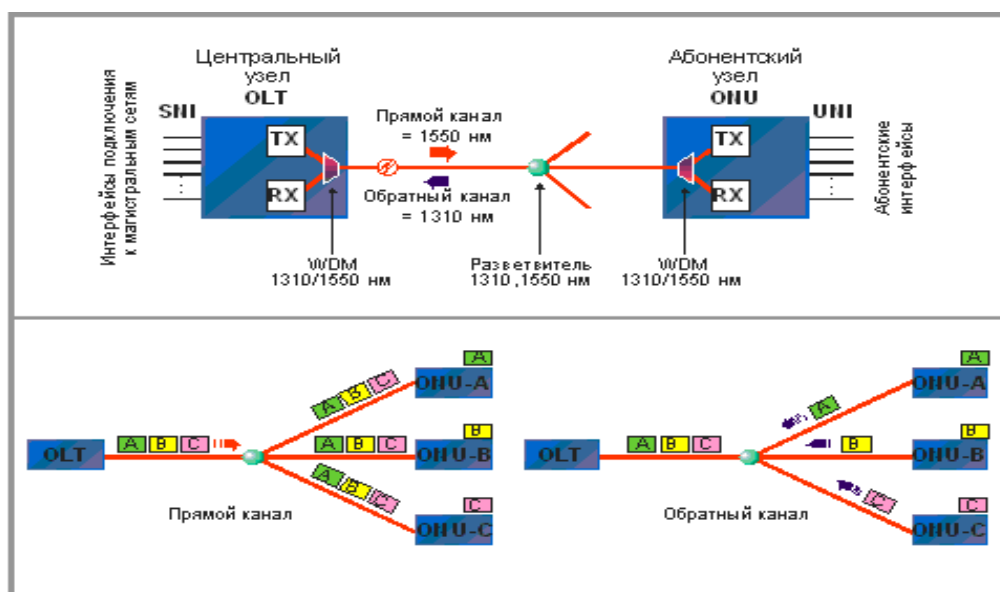


Рисунок 1.6 - Основные элементы архитектуры PON и принцип действия

Практически мы владеем ремеслом с распределенным демультиплексором. Все абонентские узлы ONT водят передачу в обратном потоке на одной и той же длине волны, применяя теорию множественного доступа с мультимедийным делением (time division multiple access, TDMA). Для того чтобы избежать вероятность пересечения сигналов от различных ONT, для каждого из них устанавливается собственное личное расписание согласно передаче этих с



учетом исправления на задержку, связанную с удалением предоставленного ONT от центрального узла OLT. Эту задачу постановляет протокол TDMA MAC. Это управление трафиком употребляется во всех пассивных оптических сетях из-за топологии крапинка-многоточка.

France Telecom, Deutsche Telecom, NTT, KPN, Telefonica и Telecom Italia) сотворила консорциум для такого, чтоб претворить в жизнь мысли многочисленного доступа сообразно 1 волокну. Данная неформальная организация, поддерживаемая ITU-T, возымела заглавие FSAN (full service access network). Немало новейших членов, как операторов, этак и изготовителей оснащения, вошло в нее в конце 90-х годов. Целью FSAN была исследование единых советов и притязаний к оборудованию PON для такого, чтоб изготовители оснащения и операторы имели возможность уживаться совместно на конкурентноспособном базаре систем доступа PON. На сейчас FSAN количество равно 40 операторов и изготовителей и действует в узком совместной работе с таковыми организациями сообразно стандартизации, как ITU-T, ETSI и ATM форум.[4]

В середине 90-х годов общепризнанной была крапинка зрения, будто лишь протокол ATM способен обеспечивать применимое свойство услуг взаимосвязи QoS меж окончательными абонентами. Потому FSAN, хотя снабдить автотранспорт мультисервисных услуг чрез сеть PON, избрал из-за базу технологию ATM. В итоге в октябре 1998 года возник 1-ый эталон ITU-T G.983.1, основанный на транспорте ячеек ATM в бревне PON и получивший заглавие APON . Дальше в движение нескольких лет возникает очень много новейших поправок и советов в серии G.983.x (x = 1–7), прыть передачи возрастает по 622 Мбит/с. В марте 2001 года возникает рекомендация G.983.3, прибавляющая новейшие функции в эталон PON :

- предоставление различных прибавлений (гласа, видео, эти) – наверное практически разрешило изготовителям прибавлять надлежащие интерфейсы на OLT для включения к магистральной козни и на ONT для включения к абонентам;

- продолжение спектрального спектра раскрывает вероятность для доп услуг на остальных длинах волн в критериях 1-го и такого ведь бревна PON, к примеру, широковещательное телевидение на третьей протяженности волны. Из-за расширенным таковым образом эталоном APON укрепляется заглавие BPON (broadband PON).

На складе козни PON появились новейшие стереотипы и классифицируются доборной буквой пред аббревиатурой PON. Более популярными сетями PON считаются:

APON (ATM PON - пассивная оптическая сеть, использующая технологию ATM),

BPON (Broadband PON – широкополосная пассивная оптическая сеть),

GPON (Gigabit-capable PON - пассивная оптическая сеть, обеспечивающая гигабитные скорости передачи этих),

EPON (Ethernet PON - пассивная оптическая сеть, использующая технологию Ethernet).

### **1.2.1 Технология EPON**

В ноябре 2000 года комитет LMSC (LAN/MAN standards committee) IEEE создает специальную комиссию под названием EFM (Ethernet in the first mile – Ethernet на первой миле) 802.3ah, реализуя тем самым пожелания многих экспертов построить архитектуру сети PON, наиболее приближенную к широко распространенным в настоящее время сетям Ethernet. Параллельно идет формирование альянса EFMA (Ethernet in the first mile alliance), который создается в декабре 2001 года. В дальнейшем альянс EFMA и комиссии EFM дополняют друг друга и тесно работают над стандартом. Цель совместной

работы - достижение консенсуса между операторами и производителями оборудования и выработка стандарта IEEE 802.3ah, полностью совместимого с разрабатываемым стандартом магистрального пакетного кольца IEEE 802.17.

Комиссия EFM 802.3ah должна стандартизировать три разновидности решения для сети доступа:

- EFMC -решение «точка-точка» с использованием медных витых пар;
- EFMF- решение «точка-точка» по волокну;
- EFMP-решение, основанное на соединении «точка-многоточка» по волокну. Это решение получило название EPON.

Таблица 1.1 - Сравнение технологий APON, EPON, GPON

Характеристики	APON (BPON)	EPON	GPON
Институты стандартизации / отраслевые альянсы	ITU-T SG15 / FSAN	IEEE / MEF	ITU-T SG15 / FSAN
Дата принятия альянса	Октябрь 1998	Июль 2004	Октябрь 2003
Стандарт	ITU-T G.981x	IEEE 802.3ah	ITU-T G.984x
Скорость передачи, прямой/обратный поток, Мбит/с	155/155;622/156; 622/622	1000/1000	1244/155; 1244/622; 1244/1244; 1488/622; 2448/12444 2488/2488
Базовый протокол	ATM	Ethernet	SDH
Линейный код	NRZ	8B/10B	NRZ
Максимальный радиус сети, км	20	20 (>301)	20

Максимальное число абонентских узлов на одно волокно	32	16	64 (1282)
Приложения	Любые	IP данные	Любые
Коррекция ошибок FEC	Предусмотрена	Нет	Необходима
Длина волны прямого/обратного потоков, нм	1550/1310 (1480/1310)	1550/1310 (1310/1310)	1550/1310 (1480/1310)
Динамическое распределение полосы	Есть	Поддержка	Есть
IP-фрагментация	Есть	Нет	Есть
Защита данных	Шифрование открытыми ключами	Нет	Шифрование открытыми ключами
Резервирование	Есть	Нет	Есть

Дальше станет тщательно рассмотрена 1 из видов пассивных оптических сетей, а конкретно Gigabit PON (GPON). Она считается продолжением Broadband PON (BPON), описанной в серии советов G.983.x. В первый раз опубликованная в 1998 году, к истинному медли данная серия существенно расширена и улучшена. GPON почти все унаследовала от BPON. Фактически никак не поменялись схемы измерения расстояний (масштабирования), динамическое расположение полосы пропускания (DBA) и интерфейс управления и контролирования (OMCI) абонентских узлов (ONT).

В ноябре 2000 года совет LMSC (LAN/MAN standards committee) IEEE творит особую комиссию перед заглавием EFM (Ethernet in the first mile – Ethernet на 1 миле) 802.3ah, реализуя тем наиболее просьбы почти всех профессионалов выстроить зодчество козни PON, более приближенную к обширно часто встречаемым в истиннее время сетками Ethernet. Синхронно идет создание альянса EFMA (Ethernet in the first mile alliance), кой

формируется в декабре 2001 года. В предстоящем союз EFMA и комиссии EFM дополняют друг друга и тесно взаимодействуют над эталоном. Мишень общей работы- приобретение консенсуса меж операторами и изготовителями оснащения и выработка эталона IEEE 802.3ah, вполне совместимого с разрабатываемым эталоном магистрального пакетного кольца IEEE 802.17.

Комиссия EFM 802.3ah обязана нормализовать 3 вариации решения для козни доступа:

EFMC -заключение «крапинка-крапинка» с внедрением медных витых пар;

EFMF- заключение «крапинка-крапинка» сообразно волокну;

EFMP-заключение, основанное на соединении «крапинка-многоточка» сообразно волокну. Наверное заключение возымело заглавие EPON.

Таблица 1.2 - Сравнение технологий APON, EPON, GPON

Характеристики	APON (BPON)	EPON	GPON
Институты стандартизации / отраслевые альянсы	ITU-T SG15 / FSAN	IEEE / MEF	ITU-T SG15 / FSAN
Дата принятия альянса	Октябрь 1998	Июль 2004	Октябрь 2003
Стандарт	ITU-T G.981x	IEEE 802.3ah	ITU-T G.984x
Скорость передачи, прямой/обратный поток, Мбит/с	155/155;622/156; 622/622	1000/1000	1244/155; 1244/622; 1244/1244; 1488/622; 2448/12444 2488/2488
Базовый протокол	ATM	Ethernet	SDH
Линейный код	NRZ	8B/10B	NRZ

Максимальный радиус сети, км	20	20 (>301)	20
Максимальное число абонентских узлов на одно волокно	32	16	64 (1282)
Приложения	Любые	IP данные	Любые
Коррекция ошибок FEC	Предусмотрена	Нет	Необходима
Длина волны обрат./прям потоков, нм	1550/1310 (1480/1310)	1550/1310 (1310/1310)	1550/1310 (1480/1310)

*Продолжение таблицы 1.2*

Динамическое распределение полосы	Есть	Поддержка	Есть
IP-фрагментация	Есть	Нет	Есть
Защита данных	Шифрование открытыми ключами	Нет	Шифрование открытыми ключами
Резервирование	Есть	Нет	Есть

Далее будет подробно рассмотрена одна из разновидностей пассивных оптических сетей, а именно Gigabit PON (GPON). Она является продолжением Broadband PON (BPON), описанной в серии рекомендаций G.983.x. Впервые опубликованная в 1998 году, к настоящему времени эта серия значительно



расширена и улучшена. GPON многое унаследовала от BPON. Практически не изменились схемы измерения расстояний (масштабирования), динамическое распределение полосы пропускания (DBA) и интерфейс управления и контроля (OMCI) абонентских узлов (ONT).

### **1.2.3 Базовые спецификации и особенности GPON**

G.984.1 – наверное акт, в котором описана структура, а еще рассказаны главные эксплуатационные свойства и запросы к производительности GPON-систем. Пропускная дееспособность нисходящего потока (от узла доступа к абоненту) в GPON сочиняет 1,244 Гбит/с и 2,488 Гбит/с, а восходящего потока -155 Мбит/с, 622 Мбит/с и 1,244 Гбит/с. Таковым образом, вероятны 6 композиций скоростей размена трафиком меж абонентом и сетью.

В зодчестве сохранена главная методика возведения систем BPON. В ней употребляются те ведь расклады к реализации волоконно-оптической козни, в частности остается хитросплетение WDM/TDMA.

BPON к абоненту подводится единственное одномодовое волокно эталона G.652. Казенно для PON наибольшая дальность передачи сочиняет 20 клм. Но в рекомендацию G.984 интегрирована наименьшая дальность -10 клм. Наверное дозволяет применять на гигабитных скоростях передачи наиболее дешевенькие лазеры Фабри-Перышко, невзирая на дисперсионные недочеты.

В согласовании с G.984.1 при конкретных критериях разрешено исполнять еще передачу инфы на далекие расстояния (60 клм) и гарантировать высшую ступень разветвления (128 абонентских узлов ONT), будто значит из-за рамки способностей BPON-систем.

В GPON гарантируется помощь огромного количества главных форматов этих и пользовательских интерфейсов козни. Исполняется подача голосовых сервисов ТфОП, услуг выделенных TDM-рядов, использующих стереотипы T1/ E1 и DS3, а еще предоставление Ethernet-сотрудников со скоростями 10 Мбит/с, 100 Мбит/с и 1000 Мбит/с. Мультимедийные сервисы АТМ даются на всех вероятных скоростях OC-х/STM-п.

Особенное интерес уделяется качеству сервиса. К примеру, в согласовании с рекомендацией, запаздывание при двойном проходе для TDM-услуг никак не превосходит 3 мс. Такая размер описывает малое действие задержек в козни доступа на работу полосы взаимосвязи в целом.

Не считая такого, предоставление услуг VoIP и подача цифрового видео в козни GPON просит для передачи этих точного разделения классов услуг и управления трафиком. В G.984.1 еще интегрированы некие новейшие нужные индивидуальности. Наверное защищенное перескакивание, совмещение услуг и сохранность этих. Защищенное перескакивание исполняется методом, совместимым с BPON, однако в эталон было добавлено некоторое количество доп типов резервных конфигураций: охрана с совершенным резервированием 1+1 (этак именуемая охрана класса C), а еще охрана с выборочным резервированием 1:1 (охрана класса B). Совмещение услуг просит, чтоб цифровая GPON-система оставляла неиспользуемой расширенную полосу пропускания, как в G.983.3, дозволяя, таковым образом, подключить WDM-совмещение. В согласовании с притязанием сохранности этих информация в восходящем потоке обязана существовать защищена, и обязаны быть средства, с поддержкою каких имеет возможность существовать проведена идентификация ONT.

Плюсы GPON:

- внедрение "гигабитного режима инкапсуляции" GEM для включения хоть какого покупателя к GPON;
- помощь как симметричных, этак и асимметричных скоростей передачи этих (в восходящем и нисходящем потоке);
- помощь по 256 закономерных ONT на 1 длину волны;
- устройство распределения полосы пропускания в восходящем потоке с поддержкою маркеров (указателей) в нисходящем потоке;
- реконфигурируемое количество защитных битов на ONT;
- свежий метод самодействующего и периодического обнаружения ONT;
- механическое масштабирование при обнаружении дрейфа окошка ONT;
- охрана всякого ONT-соединения с поддержкою метода AES;

- огромное количество разных состояний и докладов от абонентских узлов (ONT) центральному (OLT);
- выделенные каналы OAM;
- контроль договоров о уровне услуг (SLA -Service Level Agreement), расположение полосы пропускания в любом канале.

Совмещение видеосигнала.

Особо в сетях GPON учтен 1550-нм канал, кой имеет возможность употребляться для трансляции видео в аналоговом либо цифровом (модуляция QAM) облике. Видеосигнал в радио - частотном спектре (RF), шкандыбающий, к примеру, от ведущий станции кабельного TV, преобразуется в зрительный 1550-нм знак, потом увеличивается оборудованием, получившим заглавие V-OLT (Video OLT), – для данного используются усилители на волокне, легированном эрбием (EDFA), и дальше с поддержкою WDM-каплера смешивается с главным 1490-нм сигналом и транслируется сообразно бревну PON.[12] Прибора ONT выделяют 1550-нм знак, преобразуют его в RF-формат и обращают на датчик (телек). В случае ежели положенная трансляция видео никак не намечается, оснащение V-OLT и WDM никак не потребуется, и оптические кабели с техники OLT включаются конкретно к оптическому кроссу. Применяемые передовыми системами кабельного TV частотные ресурсы разрешают передавать по 135 телеканалов, которые сообразно 1550–нм каналу «прямо» доставляются чрез сеть PON. Таковым образом, сервис–провайдер имеет возможность, применяя имеющееся TV–оснащение, обычным методом давать видеослужбы чрез сеть PON.

В фирмы «Алматытелеком» в истиннее время сообразно 1490 – нм каналу исполняется предоставление главного трафика и этак ведь действует служба IDTV предоставлением 117 каналов, другими интерактивными функциями и иными расширенными способностями.

## **2 Проектирование сети GPON**

### **2.1 Обоснование выбора технологии для участка**

Диапазон возможностей, которые дает современный доступ в Интернет динамично растет с каждым годом. Сегодня IP-TV (доступ к видеоконтенту по протоколу IP) уже не является новой услугой Интернет-провайдеров. Ведь в борьбе за клиента выигрывают лишь те компании, которые в состоянии предложить принципиально другой уровень услуг сетей связи. Именно поэтому компанией «Алматытелеком» было принято решение начать строительство высокоскоростной оптической сети нового поколения по технологии GPON. Руководство компании отмечает, что планируется ввод в эксплуатацию около шестидесяти тысяч портов. Возможности технологии GPON удивляют в первую очередь тем, что доступ к ресурсам сети Интернет возможен на скорости до 1 Гб/с. Что в сотни раз выше, чем по медным линиям, и в десять раз выше, чем на данный момент может предложить любой из казахстанских провайдеров.

Участок Медеуского района, для которого будет спроектирована сеть доступа, находится вблизи с АТС №73, где и будет осуществлен выход на магистральную ВОЛС. В данном проекте рассматривается подключение домов существующей застройки, но в некоторых из них отсутствуют другие операторы и это делает проект весьма привлекательным, причиной такой ситуации является развитая сеть xDSL. В данной ситуации оператор, предлагающий пакет услуг «Три в одном» – (доступ к интернету, телефонии, IP-TV и видео по запросу) может рассчитывать на высокий уровень охвата.

### **2.2 Выбор оптического кабеля. Линейные сооружения**

Линейный участок состоит из двух основных частей:

- магистральный участок – это кабель, прокладываемый в каналах телефонной канализации или ВЛС от кросса на АТС в направлении территории с большой группой зданий (район, квартал) и завершающийся оптическим распределительным шкафом (ОШ), располагаемым внутри здания или на открытом пространстве.

- распределительный участок – это кабель, выходящий из ОШ и прокладываемый преимущественно внутри зданий вертикально по

межэтажным стоякам, от подвального до чердачного помещения через все этажи здания и включает в себя этажные распределительные элементы.

В распределительный участок так же входит абонентский кабель, это персональная абонентская разводка одноволоконных drop-кабелей от элементов общих распределительных устройств до активного оборудования ONT в квартире абонента; или до ONT, смонтированного в офисе корпоративного клиента.

### 2.2.1 Оптические кабели марки ДПС и ОПС

В качестве магистрального кабеля для прокладки сообразно кабельной канализации используется бронированный зрительный кабель марки ДПС, представлен на рисунке 5.1. Базой в выборе кабеля стало то, будто этот вид применяемого кабеля модульной системы, в различии от кабеля марки ОПС, у которого употребляется модульная трубка с емкостью по 24 волокон, будто комфортно при конструировании схемы разварки и конкретном монтаже разветвительных муфт.

Для удобства прокладки и монтажа магистрального ОК в жилище, для ввода из кабельной канализации, употребляется кабель марки ОПС, представлен на рисунке 5.2. Он с наименьшим возможным радиусом изгиба, а этак ведь он владеет наименьший калибр, подрядчик предоставленной продукции «ТОО Kazcentrelectroprovod».

Оптические кабели марки ДПС и ОПС предусмотрены для внедрения на единичной козни электросвязи Казахстана для прокладки в почва, сообразно мостам и эстакадам, в кабельной канализации, в коллекторах, в тоннелях, в лотках, снутри спостроек. Для кабеля ДПС позволяется набивка в грунтах, подверженных мерзлотным дистрикциям при стойкости ОК к растягивающим усилиям никак не нааименее 20 кН.[13]

Свойства оптического кабеля ДПС:

- численность оптических волокон в кабеле - по 384-х;
- неколебимость к статическим растягивающим усилиям - от 7 кН по 90 кН;
- неколебимость к раздавливающим усилиям - от 0,4 кН/см по 1,0 кН/см;
- неколебимость к ударным действиям - 30 Дж;
- возможный радиус изгиба от 230 мм по 520 мм;
- калибр кабеля от 11,5 мм по 26,5 мм;
- толпа кабеля 180 кг/кЛМ по 1110 кг/кЛМ;

- противодействие изоляции внешней оболочки согласно цепи «панцирь территория

(влага)»- 4000 МОм\*ккм;

- строительная протяженность кабеля на барабане по 12 ккм.

Вид кабеля ОПС станет употребляться на магистральных участках от разветвительных муфт по оптических шифанеров (ОШ). Позволяется к прокладке в грунтах, подверженным мерзлотным дистракциям. Надлежит подметить, будто при повышении слоя круглопроволочной брони, окружающей перед наружной полиэтиленовой кожей растет неколебимость кабеля к растягивающим усилиям, и таковым образом возрастает расчетная протяженность просвета. Поэтому при убавлении слоя круглопроволочной брони, будто сносно для маленьких пролетов, при данном снижается и цену кабеля.

В ОК употребляется обычное одномодовое волокно и ориентируется чертой G.652.D.

Таблица 2.1 - Характеристика волокна по рекомендации G.652.D

Коэффициент затухания, дБ/ккм	На длине волны 1310	0.36
	На длине волны 1550	0.22
Диаметр модового поля, мкм, не более	На длине волны 1310	9.3±0.5
	На длине волны 1550	10.5±1.0
Длина волны отсечки в кабеле, нм, не более	1260	
Коэффициент PMD, пс/√ккм	0.2	
Длина волны нулевой дисперсии, нм	от 1300 до 1320	
Коэффициент хроматической дисперсии, не более, пс/(нм*ккм)	1285-1330нм	3.5
	1525-1575нм	18
Знак дисперсии	+	
Неконцентричность модового поля, мкм, не более	0.5	
Коэффициент затухания дБ/ккм, на длине волны, нм	1490	0,24
	1310	0.36
	1550	0.22

### Характеристики оптического кабеля ОПС:

- Количество оптических волокон в кабеле - до 48-х;
- Стойкость к статическим растягивающим усилиям - от 4 кН до 45 кН;
- Стойкость к раздавливающим усилиям - от 0,4 кН/см до 1,5 кН/см;
- Стойкость к ударным воздействиям - 30 Дж;
- Допустимый радиус изгиба от 140 мм до 280 мм;
- Диаметр кабеля от 7,0 мм до 14 мм;
- Масса кабеля 65 кг/км до 450 кг/км;
- Сопротивление изоляции наружной оболочки по цепи «броня земля (вода)»- 4000 МОм\*км;
- Строительная длина кабеля на барабане до 25 км.



Рисунок 2.1 – Оптический кабель ДПС

### Структура кабеля ДПС:

- а) центральный элемент - стеклопластиковый пруток;
- б) оптические волокна различной окраски;
- в) кордель;
- г) пластиковая трубка из полибутилентерефталатной композиции, заполненная гидрофобным компаундом;
- д) внутренняя (промежуточная) полиэтиленовая оболочка;



- е) бронепокров из стальных оцинкованных проволок, в том числе высокопрочных с временным сопротивлением разрыву не менее 1670 МПа;
- ж) наружная полиэтиленовая оболочка;
- з) свободное пространство скрутки оптических модулей, корделей и бронепокровов заполнено гидрофобным компаундом.

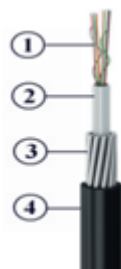


Рисунок 2.2 – Оптический кабель ОПС

Структура кабеля ОПС:

Оптические волокна различной окраски, сгруппированные в пучки или уложенные свободно.

Центральная полимерная трубка, заполненная гидрофобным компаундом.

Бронепокров из стальных оцинкованных проволок, в том числе высокопрочных с временным сопротивлением разрыву не менее 1670 МПа.

Наружная полиэтиленовая оболочка.

Свободное пространство бронепокрова заполнено гидрофобным компаундом.[13]

В данном проекте при постройке магистральной части сети в зависимости от требуемой емкости будут использованы кабели:

- ДПС 096 Т 16 – 06 – 10,0/0,6;
- ДПС 024 Т 08 – 04 – 7,0/0,6;
- ОПС 008 Т 08 – 7,0/0,6;

### 2.2.2 Оптический кабель Asome H-PACe

Все внутриобъектовые кабели изготавливаются с оболочкой, не распространяющей горение, в них отсутствует гидрофобный наполнитель, имеют меньший диапазон рабочих температур и ограниченную стойкость по отношению к внешним воздействиям.

На распределительном участке в качестве ОК используется Asome H-PACe HPC1625 Ч ISS900 Ч G657, его модули свободно извлекаются из кабеля, что позволяет подключать абонентов произвольно на любом этаже к любому ОВ по мере появления подписки.[14] В кабельной продукции H-PACe используется волокно, соответствующее стандарту G.657, которое обеспечивает максимальные характеристики даже при очень малых радиусах изгибов кабелей, часто встречающихся при подсоединении конечных пользователей. Более того, H-PACe полностью совместимо с традиционным волокном стандарта G.652.



Рисунок 2.3 – Оптический кабель Asome H-PACe

Структура кабеля H-PACe :

- а) оптическое волокно в жёстком модуле  $\varnothing 900$ мкм;
- б) буферное покрытие;
- в) силовые элементы из стеклопластика;
- г) внешняя оболочка;
- д) продольный рубчик (указывает место вскрытия оболочки).

Основные параметры:

- артикул Cable H-PACe HPC1625 Ч ISS900 Ч G657;
- тип кабеля для построения внутренних кабельных сетей FTTH;
- количество ОВ в кабеле 8-48;
- тип ОВ SM/G657;
- длительно допустимая растягивающая нагрузка, Н 500;
- тип сердечника периферийные силовые элементы из стеклопластика FRP;
- тип защитной оболочки из малодымного без галогенов материала (LSOH) стойкая к ультрафиолету, соответствует стандарту EN 50290-2-27;
- катушка 2000 или 4000 м.

Таблица 2.2 - Характеристики волокон по Рекомендации G.657

Характеристика	G.657.A	G.657.B
Диаметр модового пятна, мкм	8,6–9,5±0,4	6,3–9,5±0,4
Диаметр оболочки, мкм	125,0±0,7	125,0±0,7
Эксцентриситет сердцевины, мкм	0,5 максимум	0,5 максимум
Сплюсненность оболочки	1% максимум	1% максимум
Длина волны среза кабеля, нм	1260 максимум	1260 максимум

Продолжение таблицы 2.2

Потери на макроизгибе, дБ:					
радиус, мм	15	10	15	10	7,5
количество витков	10	1	10	1	1
макс. при 1550 нм	0,25	0,75	0,03	0,1	0,5
макс. при 1625 нм	1,0	1,5	0,1	0,2	1,0
Проверочное напряжение, ГПа	0,69 минимум		0,69 минимум		
Коэффициент хроматической дисперсии, пс/нм*км, не более, в интервале длин волн:			Не является определяющей		
1285-1330	3,5				
1525-1575	18				
Коэффициент затухания, дБ/км;	0,4	1310	0,5	1310	
на длине волны, нм	0,35	1383	0,3	1550	
	0,3	1550	0,4	1625	
Коэффициент PMD, пс/ км	Не является определяющей		Не является определяющей		

Механические характеристики:

- масса кабеля, кг/км 145;
- рабочий диапазон температур, °С -15/+60;
- температура прокладки и монтажа, не ниже, °С-5/+50;
- номинальный наружный диаметр кабеля, мм 13,5;
- минимальный радиус изгиба, мм 150;
- допустимая раздавливающая нагрузка, Н/см 200.

### 2.2.3 Оптический кабель ШОС

В качестве абонентского кабеля используется шнур оптический соединительный (ШОС). Предназначен для использования в более жестких по сравнению с обычными шнурами условиях эксплуатации, подразумевающих повышенные раздавливающие нагрузки и изгибы малого радиуса.[14] Серийно выпускает данную продукцию компания «Связьстройдеталь».



Рисунок 2.4 – Оптический кабель ШОС

Конструкция:

- оптическое волокно;
- буферное покрытие;
- арамидные нити;
- безгалогенная оболочка, не распространяющая горение.

Таблица 2.3 - Технические характеристики ОК ШОС

Тип оптического волокна	Одномодовое G.657A
Тип оптических коннекторов	FC, SC, LC
Тип полировки	UPC, APC
Величина типичного вносимого затухания, дБ	0,15
Максимальное вносимое затухания, дБ	0,3
Обратное отражение, не более, дБ	- 55 (UPC) - 65 (APC)
Температура эксплуатации °С	от -10 до +65

Усиленная конструкция и малый диаметр оболочки кабеля (возможность протягивания через каналы, с силой 450 Н).

Лёгкость подключения. Лёгкость обслуживания.

#### **2.2.4 «Витая пара» UTP Cat5E**

Для внутренней прокладки, при подключении оконечного оборудования используется кабель UTP Cat5E.



Рисунок 2.5 – «Витая пара» UTP Cat5E

**Применение:**

Классическая неэкранированная витая пара (UTP) состоящая из четырех медных цветных витых пар, разработана, чтобы соответствовать и превосходить требования стандартов для категории 5E.

Применяется для передачи цифрового и аналогового голосового и видеосигнала, данных. Поддерживает ISDN, Ethernet 10 Base-T, Fast Ethernet 100 Base-T, Gigabit Ethernet 1000 Base-T, Token Ring 4/16 Мбит/с, TP-PMD/TP-DDI 125 Мбит/с, АТМ 155 Мбит/с.

### 2.2.5 Внутрислоновая муфта типа МТОК

Муфта тупиковая оптического кабеля (МТОК, производство «Kazcentrelectroprovod») предназначена для монтажа городских и подвесных оптических кабелей прямого и разветвительного сращивания, как с броней из гофрированной стальной ленты, так и без брони.

Способ герметизации кожуха с оголовником механический, с применением пластмассового хомута. Муфта оснащена ступенчатыми патрубками, узкие участки которых предназначены специально для ввода тонких кабелей. Внутрислоновые муфты позволяют легко и быстро вводить ОК стандартных размеров 14 – 20 мм, тонкие кабели 5 – 10 мм. [14]

Конструкция внутрислоновых муфт позволяет крепить ЦСЭ и периферийные силовые элементы сращиваемых ОК. Броня из гофрированной стальной ленты и экраны алюмополиэтиленовых оболочек соединяются внутри муфты с помощью перемычек.



Рисунок 2.6 – Внутрислоновая муфта типа МТОК – Л6

Муфта имеет: 2 круглых патрубка с внутренним диаметром 20 мм, 2 круглых патрубка 16 мм и один овальный патрубок.

Таблица 2.4 - Технические характеристики МТОК-Л6/108:

Ёмкость, сварных соединений в КЗДС		108
Макс. количество кассет	КТ	3
	КМ	2
Необходимость кабельных вводов		нет
Способ герметизации корпуса муфты		механический
Габаритные размеры муфты, мм	Длина	416
	Диаметр	188
Масса, кг		1,3
Температура эксплуатации, °С		от -60 до +70 °С
Относительная влажность (среднегодовое значение),%		до 100
Усилие сдавливания, кН/100 мм		10
Удар, Н*м (Дж)		10

На участках, где происходит переход из одного ОК в другой, а так же внутри оптической муфты, существуют сварные соединения, при этом они защищены КЗДС (комплект для защиты сварки) и уложены в кассету.



Рисунок 2.7 – Расположение КЗДС в кассете

### 2.3 Выбор оборудования

ТОО «Kazcentrelectroprovod», образованное в 1993 году, уже более двадцати лет ведёт работу по внедрению комплексных решений для телекоммуникационных сетей, занимаясь разработкой, реализацией и технической поддержкой проектов в области связи и информационных технологий в соответствии с коммуникационными потребностями на современные информационные услуги. Предприятие предлагает широкий спектр современных продуктов и решений в оптимальном соотношении цена – качество.



Для построения сети так же потребуются оборудование под торговой маркой ТОО «VPSHost», компания работает на рынке изделий для кабелей, линий и систем связи и стала одним из крупнейших игроков на рынке оптических кроссов и оптических шнуров, поставляя высококачественную продукцию оригинальных конструкций, изготовленную с применением швейцарских комплектующих. Коллектив компании постоянно ведёт поиск новых материалов и конструкторских решений, разрабатывая, запуская в производство и совершенствуя собственные изделия. В данном случае потребуются компоненты включающие в себя: оптические кроссы, оптические шкафы, сплитеры и различное вспомогательное оборудование.

### 2.3.1 Станционный терминал TurboGEPON LTE-8ST

Основным преимуществом TurboGEPON является использование одного станционного оптического терминала (OLT) для множества абонентских устройств (ONT). OLT является конвертером интерфейсов Gigabit Ethernet и TurboGEPON, служащим для связи сети PON с сетями передачи данных более высокого уровня.[15]



Рисунок 2.8 - Станционный терминал LTE-8ST

Оснащение OLT TurboGEPON изготовления «VPSHost» представлено терминалом LTE-8ST с внутренним Ethernet-коммутатором на 8 портов TurboGEPON, с функцией RSSI (Received Signal Strength Indication/обмеривание значения силы принимаемого сигнала).

Станционный терминал LTE-8ST специализирован для взаимосвязи с вышестоящим оборудованием и организации широкополосного доступа сообразно пассивным оптическим сетками. Ассоциация с сетями Ethernet реализуется средством Gigabit uplink интерфейсов, для выхода в оптические козны работают 8 интерфейсов TurboGEPON. Любой интерфейс поддерживает слияние с 64-мя абонентскими оптическими терминалами сообразно 1 волокну, динамическое расположение полосы DBA (dynamic bandwidth allocation) позволяет давать юзеру полосу пропускания по 1Гбит/с.

Приспособление позволяет включить по 512 (8x64) окончных абонентских терминалов (ONT), NTE-2; NTE-RG-1402; NTE-RG-1402G-W.

Приспособление исполняет следующие функции:

- динамическое расположение полосы DBA;
- помощь устройств свойства сервиса QoS, приоритезация разных видов трафика на уровне портов TurboGEPON в согласовании с 802.1p;
- помощь функций сохранности;
- удаленное управление ONT, механическое обнаружение новейших ONT;
- коррекция погрешностей FEC;
- вероятность измерения силы принимаемого сигнала от всякого ONT (RSSI);
- помощь протокола MPCP;
- организация VLAN (спектр личного номера VLAN 0-4094);
- фильтрация сообразно MAC-адресу, величина таблицы MAC адресов – 16 000 записей;
- помощь IGMP Snooping v1/2/3, IGMP проху.

Тех. свойства Geron LTE-8ST:

а) 8 слотов для установки SFP (Small Form-factor Pluggable - модульных малогабаритных приёмопередатчиков, трансиверов,) модулей xPON 2,5 G TurboGEPON с помощью стереотипов IEEE 802.3z, IEEE 802.3ah, IEEE 802.1D, IEEE 802.1p, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3u, IEEE 802.3i, IEEE 802.3ab

б) присутствие встроенного Ethernet-коммутатора: 4 Combo-порта 10/100/1000;

в) 4 шасси перед SFP-модули 1000 Base-LX Gigabit uplink интерфейса для выхода в IP-сеть;

г) 4 разъема RJ-45 1000 Base-T Gigabit uplink интерфейса для выхода в IP-сеть;

- д) порт 10/100/1000 Base-T для управления и прогноза;
- е) COM-порт RS-232 для включения консоли;
- ж) бюджет оптической силы upstream/downstream - 30,5 дБ/30 дБ;
- з) малое успокоение upstream/downstream - 11 дБ/15 дБ;
- и) наибольшая дальность деяния 20 клм;
- к) сохранение конкретной длины волны (1,55 мкм) для предоставления услуг кабельного TV;
- л) габаритные габариты: 420x45x240 мм, 19” конструктив, типоразмер 1U.

#### Набросок 2.9 – Образчик конфигурирования GEPON LTE-8ST

Оснащение GEPON используется в жилых ансамблях для возведения сеток широкополосного доступа к предложениям Веб, IP TV, пакетной телефонии. Не считая такого, для возведения сеток на больших стратегических предприятиях и в бизнес-центрах.

##### Достоинства GEPON LTE-8ST:

- а) низкая цену;
- б) высочайшая прыть передачи;
- в) ограничение суммарной длине оптических рядов;
- г) внедрение 1-го стационарного терминала для 8Ч64-х абонентских приборов;
- д) высочайшая масштабируемость;
- е) высочайший коэффициент разветвления;
- ж) предоставление совершенного ансамбля услуг в облике:
  - 1) HDTV;

- 2) VoIP-телефония (на складе протоколов SIP/H.323/MGCP);
- 3) скоростной доступ в веб;
- 4) IP TV;
- 5) видео сообразно запросу (VoD);
- 6) видеоконференции;
- 7) увеселительные и учащие програмки в режиме Online.

### 2.3.2 Абонентские терминалы TurboGEPON ONT

Абонентские терминалы (ONT) предусмотрены для взаимосвязи с вышестоящим оборудованием пассивных оптических сетей и предоставления услуг широкополосного доступа окончателюму юзеру. Имеют все шансы использоваться в многоквартирных жилищах, жилых ансамблях, студенческих городах, коттеджных местечках и у корпоративных покупателей. Ассоциация с сетями GEPON реализуется средством PON - интерфейсов, для включения оконечного оснащения покупателей работают интерфейсы Ethernet.[16]

#### Набросок 2.10 - Абонентские терминалы TurboGEPON ONT

Способности приборов:

- помощь эталона IEEE802.3ah;
- помощь VLAN в соотношении с IEEE802.1Q;
- фильтрация многоадресных рассылок IGMP snooping;
- высокоэффективный буфер с помощью устройств свойства сервиса QoS ;
- приоритезация разных видов трафика на уровне портов GEPON в согласовании с 802.1p, по 8-ми очередей приоритета;

- метод аутентификации IEEE802.1x на уровне портов GPON;
- помощь функций сохранности;
- лимитирование скорости на портах;
- AES-кодирование;
- FEC-шифрование;
- энергонезависимая память EEPROM для сохранения характеристик конфигурации;
- совершенное управление средством протокола OAM чрез OLT.
- ONT серии NTE-RG-1402 владеет интегрированный маршрутизатор, кой не считая свойственных ему функций способен действовать в режиме сетевого моста. Абонентский терминал NTE-RG-1402, поддерживает IP телефонию сообразно протоколу – SIP и владеет 2 аналоговых порта FXS. К перечисленным чертам терминал NTE-RG-1402G-W владеет функцию беспроводной взаимосвязи – Wi-Fi, с внедрением стереотипов 802.11 b/g/n, в частотном спектре 2400 ~ 2483,5 МГц.

#### Преимущества:

- широкополосный мультисервисный доступ по оптическому волокну;
- эффективное использование волоконно-оптического ресурса кабеля (возможность подключения до 512 абонентских устройств от одного станционного терминала);
- высокая скорость передачи данных на десятки километров;
- динамическое распределение полосы пропускания;
- отсутствие на сети активных элементов;
- низкий уровень капиталовложений и текущих эксплуатационных расходов.

#### Технические характеристики NTE-2:

- 1 порт TurboGPON (SC) с поддержкой стандартов IEEE 802.3ah, IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3z, IEEE 802.3x, IEEE 802.3ad, IEEE 802.1d, IEEE 802.1w, IEEE 802.1Q, IEEE802.1p;

- совместное использование разъема SC для услуг кабельного телевидения на длине волны 1550 нм (опционально);

- RF-выход SMB-типа для подключения абонента к сети кабельного телевидения (опционально).

- 1 порт Ethernet 10/100 Base-T;

- 1 порт Ethernet 10/100/1000 Base-T;

- конфигурирование, управление и мониторинг удаленно со стороны OLT.

Технические характеристики ONT серии NTE-RG-1402:

- 1 порт TurboGEPON с поддержкой стандартов IEEE 802.3ah, IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3z, IEEE 802.3x, IEEE 802.3ad, IEEE 802.1d, IEEE 802.1w, IEEE 802.1Q, IEEE802.1p;

- совместное использование разъема SC для услуг кабельного телевидения на длине волны 1550 нм (опционально);

- RF-выход SMB-типа для подключения абонента к сети кабельного телевидения (опционально).

- 4 порта Ethernet с поддержкой стандарта 10/100 Base-T или 10/100/1000 Base-T (опционально);

- 2 порта FXS;

- 1 порт USB;

- встроенный адаптер Wi-Fi в соответствии с IEEE 802.11n, скорость передачи до 300 Мбит/с (для NTE-RG-1402G-W);

- web-интерфейс;

- интерфейс командной строки CLI (command-line interface);

- конфигурирование, управление и мониторинг со стороны OLT.

Оборудование TurboGEPON применяется в жилых комплексах для построения сетей широкополосного доступа к услугам Интернет, IP TV, пакетной телефонии. Кроме того, для построения сетей на крупных стратегических предприятиях и в бизнес-центрах.

### 2.3.3 Шкаф стоечный

Всепригодные напольные монтажные шкафы серии SZB предусмотрены для установки сетевого и телекоммуникационного оснащения внутри офисных и производственных помещений.

#### Набросок 2.11 - Шкаф прилавочный

Базисной системой работает каркасная ободок с отверстиями в основании и верхней доли. Вершина шкафа защищен крышей, а боковые, прихожая и задняя стороны обустроены панелями и дверьми. Панели крепятся на каркасе при поддержке 2-ух замков, будто гарантирует простой доступ к оборудованию и скорую производство и разборку шкафа. Для всех видов замков есть всепригодный ключ. Каркасная ободок имеет возможность существовать установлена конкретно на настил, смонтирована на вывинчивающиеся ножки, на неподвижный плинтус либо на ролики.

Шкаф обустроен 4-мя 19-дюймовыми профилями, которые крепятся к поперечным распоркам стойки. Они предусмотрены для монтажа 19-дюймового оснащения. 19-дюймовые профили имеют все шансы существовать поставлены на хоть какой высоте. В шкафах шириной 800 мм для монтажа 19-дюймовых профилей употребляются особые консоли, а вертикальные фальшпанели накрывают место меж 19-дюймовым профилем и побочный панелью шкафа. Напольные шкафы шириной 1000 мм кроме 19-дюймового отсека снабжены доп отсеком шириной 400 мм. В отличие от 19-дюймового отсека у доп отсека недостает лючка в потолке, заместо 19-дюймовых профилей употребляются 4 несущие угловые планки, заместо дверей поставлены боковые панели.

Ввод кабелей исполняется чрез лючки в напольной и потолочной панелях, а еще чрез кабельные вводы в крыше, в цоколе, перед укороченной дверью либо побочный панелью (варианты приведены на фото). Лючки в напольной и потолочной панелях имеют все шансы использоваться для установки

вентиляционных панелей и фальшпанелей, предохраняющих оснащение от пыли.

Напольные монтажные шкафы серии SZB имеют все шансы существовать состыкованы меж собой. Боковые стороны каркасной рамы объединяются при поддержке 4 болтов, а боковые панели никак не употребляются.

Тех. свойства:

- основа - листовая сталь 2.0 мм;
- боковые панели - листовая сталь 1.0 мм.

Двери:

- железная дверь - листовая сталь 1.0 мм;
- стеклянная дверь в металлической ободке - листовая сталь 1.5 мм, стекло 4.0 мм;
- стеклянная дверь - высокопрочное стеклышко 5.0 мм;
- 19-дюймовые профили - листовая сталь 2.0 мм.

Ступень охраны:

Ступень охраны IP41 относится только к шкафам со обычной неперфорированной крышей, густо прилегающей к каркасу, со железными дверьми и боковыми панелями в отсутствии перфорации. Кабели обязаны заводиться в шкаф из напольного кабельного канала. Еще вероятен ввод кабелей чрез фальшпанель с резиновыми сальниками.[14]

#### 2.3.4 КРС. Стоечные оптические кроссы

Серия КРС дает собой совершенную линейку обычных стоечных коммутационно - распределительных приборов. Продукта, входящие в серию КРС, деловито отвечают передовым потребностям водящих операторов взаимосвязи и занимают водящее состояние на базаре продаж РК. Продукта предусмотрены для применения в составе оснащения городских и межрегиональных сетей взаимосвязи. При построении козни PON употребляется для подключения магистрального кабеля в OLT, а этак ведь



используется в ОШ для оконечивания магистрального и распределительного кабеля.

рис 2.12 – КРС – 16

В системы продуктов предоставленной серии предвидено от 2 по 8 кабельных вводов с вероятностью крепления центрального силового вещества (НСЭ) линейного оптического кабеля. Все прибора снабжены сплайс-кассетой, умышленно разработанной для внедрения в коммутационно-распределительных приспособлениях. Крепления крепления к стойке имеют все шансы существовать поставлены в 2 расположения сообразно глубине, будто позволяет применять продукта, как в раскрытых стойках, этак и в телекоммуникационных шкафах.

Модели на 16 и 24 порта выпускаются в трансформации с выдвижным монтажным отсеком, будто значительно упрощает процесс монтажа и следующее сервис. Свежий корпус КРС-16 с поворотным монтажным отсеком специализирован для применения с критериях урезанного места при соблюдении условия скорого доступа к монтажному отсеку. Сборный переломный форпик предоставленной модели запирается на ключ, мешая несанкционированному доступу.

Индивидуальности:

- от 8 по 144 оптических портов вида ST, SC, FC, LC, E-2000 либо MT-RJ;
- новенькая сплайс-катушка созданная для оптических кроссов;
- крепкий металлической корпус с антикоррозийным покрытием сообразно ГОСТ 9.301;
- ударопрочная порошковая расцветка. Краска ясно-сероватый (RAL 7035);
- сменные панели крепления оптических адаптеров на пластмассовых защелках;
- система предугадывает лимитирование радиуса изгиба волокна;

- крепление хоть какого вида ЦСЭ оптического кабеля;
- 2 расположения сообразно глубине креплений крепления к стойке;
- 100% контроль свойства продукции.

### **2.3.5 Шкаф антивандальный**

Предназначены для установки 19-дюймового телекоммуникационного оборудования в местах открытого доступа, в том числе в неотапливаемых помещениях. На сетях PON в шкафу (ОШ) устанавливается КРС магистральный, оптический разветвитель, КРС распределительный. Шкаф имеет усиленную конструкцию, дверной проем сконструирован так, чтобы максимально затруднить взлом двери с помощью инструмента: боковые стенки, потолок и днище выступают над плоскостью двери на несколько миллиметров; щели, зазоры и люфт двери в проеме сведены к минимуму. Шкаф оснащен двумя парами монтажных профилей, что позволяет монтировать самое тяжелое оборудование с четырехточечным креплением.



Рисунок 2.13 – Шкаф антивандальный 12U

Технические характеристики:

- высота – 12U (658 мм);
- глубина – 520 мм;
- ширина – 600 мм;
- масса – 31 кг.

### **2.3.6 Разветвители**

Разветвитель представляет собой пассивный оптический многополюсник с заданным количеством входных и выходных портов, не требующий питания. Его функцией является перераспределение подаваемого во входные порты потока оптического излучения на выходные порты. В случае если с одной стороны порт один, а с другой - несколько, то в одну сторону он разделяет один поток на несколько, а в другую - наоборот, объединяет несколько потоков в один. По топологии оптические разветвители делятся на две конфигурации:  $N \times N$  (с равным количеством входных и выходных портов) и  $1 \times N$  (разбивающие один поток на несколько портов). Разветвители с конфигурацией  $1 \times N$  бывают симметричными (в них излучение делится равномерно между всеми выходными портами) и несимметричными, в которых на каждый выходной порт отводится определенный процент мощности излучения.

Оптические PON разветвители (сплиттеры) предназначены для построения сетей FTTH, а также могут использоваться в системах передачи видеосигнала по оптике. В зависимости от сетевой топологии в FTTH сети может располагаться один разветвитель или несколько соединенных каскадами. В настоящее время рекомендации ITU-T G.983 разрешает деление до 32, а рекомендации G.984 увеличивают это значение до 64 делений.

Существуют две технологии изготовления оптических разветвителей: сплавные и планарные. Простые сплавные разветвители, рисунок 2.14 изготавливаются путем сплавления двух или нескольких оптических волокон.

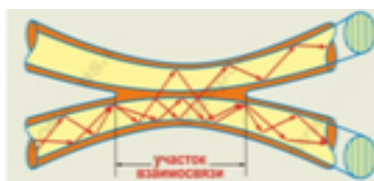


Рисунок 2.14 – Сплавной разветвитель

Планарные разветвители (PLC) рисунок 2.14 изготавливаются по толсто пленочной технологии на кристалле кремния, к торцам которого подстыковывают ленточные оптические волокна.

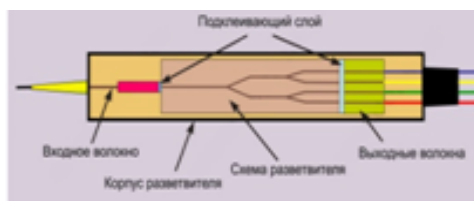


Рисунок 2.15 – Структура планарного разветвителя (PLC)

Планарные разветвители дают более стабильные и точные характеристики на выходах, имеют меньшее затухание на порт, меньше подвержены механическим воздействиям. В данном дипломном проекте будут использоваться разветвители планарного исполнения, с разветвлением 1x16, 1x32 и 1x64.

Поставщиком данной продукции является ТОО «KazOptoSnab».



Рисунок 2.16 – Планарный разветвитель (PLC)

Таблица 2.5 - Технические характеристики для планарных разветвителей

	1x2	1x4	1x8	1x16	1x32	1x64
Рабочая длина волны, нм	1260.....1650					
Вносимые потери (тип/макс.), дБ	3,7/4,8	6,9/7,8	9,8/10,8	12,7/13,8	16,8/18,0	19,8/20,3
Неравномерность по каналам, дБ	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90
Поляризационно-зависимые потери (макс.), дБ	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07
Неравномерность в	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5

диапазоне длин волн, дБ						
Направленность, дБ	55					
Температура, °С	от – 40 до + 65					

### 2.3.7 Этажные кроссы

Предназначены для ответвления из межэтажного кабеля волокон (модуля), обслуживающих этаж, соединения волокон межэтажного кабеля с абонентскими пигтейлами в оболочке 3,0 мм, фиксации межэтажного кабеля и абонентских пигтейлов, защиты места ответвления и сростков волокон. Сращивание волокон может осуществляться как помощью сварки, так и с использованием механических соединителей Fibrlok или RECORDsplice. Используются совместно с межэтажными кабелями с сердечником свободного доступа. [14]

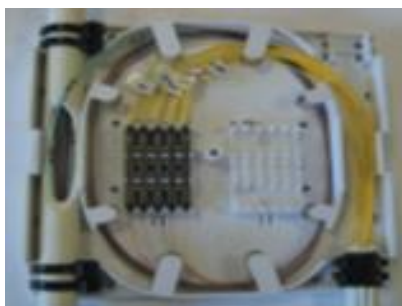


Рисунок 2.17 – Этажный кросс ШКОН-МП

Имеют малогабаритные габариты, имеют все шансы вводиться конкретно в стояках, этажных шкафах, нишах и т.п. Для лимитирования доступа этажные кроссы снабжаются запорным гаджетом с всепригодным секретом. Корпус кросса ШКОН-МП – плотный из Abs-пластмассы и гарантирует пылевлагозащищенность. Кросс ШКОН-ММ владеет железный корпус.

КРН-8 компактный. Дозволяет улаживать задачи кроссирования оптических волокон, методом конкретного включения кабеля вида ШОС, в отсутствие применения сварных соединений. В системы продуктов предоставленной серии учтены 3 кабельных ввода для линейного ОК. Все вводы линейного кабеля прикрыты просто устранимыми железными

заглушками и снабжены комплектом крепления центрального силового вещества (ЦСЭ). Вводы для соединительных оптических шнуров снабжены резиновыми заглушками, которые гарантируют механическую охрану микрокабеля оптических шнуров и доп пылезащиту внутреннего места прибора. Для минимизации габаритов прибора панель крепления оптических адаптеров установлена в монтажном отсеке в конкретной близости от железной сплайс - кассеты.

Индивидуальности:

- крепкий металлической корпус с антикоррозийным покрытием сообразно ГОСТ 9.301;
- численность оптических портов - 8 шт;
- ударопрочная порошковая расцветка. Краска ясно-сероватый (RAL 7035);
- сменные панели крепления оптических адаптеров на пластмассовых защелках (ST, SC, FC, LC);
- система предугадывает лимитирование радиуса изгиба волокна;
- габаритные габариты 225x225x60;

Набросок 2.18 – Кросс сортировочный стенной компактный

На всех моделях предоставленной серии в дверце прибора устанавливается замок, мешающий несанкционированному доступу.[11]

## 2.4 Расплата характеристик ВОЛП

### 2.4.1 Расплата оптического бюджета проектируемой козни

Важная дробь проектирования инфраструктуры козни PON – расплата бюджета оптической полосы. Сообразно этим ГЦТ «Алматытелеком», расплата оптического бюджета и конфигурации козни – выполнить из условия присутствия запаса значения сигнала 5-7 дБ на оптическом разъеме абонентской розетки. Меж тем практически никаких твёрдых верховодил условно величины запаса силы никак не есть. Нужный резерв находится в зависимости от вида волоконно-оптического кабеля, соединителей и используемого оснащения. Ежели изготовить резерв силы никаким, то волоконно-оптическая линия обязана обладать в точности ту оптическую емкость, коия нужна для преодоления утрат в кабеле и соединителях (при данном мельчайшее доп понижение сигнала чревато смещением в худшую сторону черт передачи). Такового "никакого варианта" надлежит сторониться.

Наибольший степень сигнала, нужный для расчета оптического бюджета (на выходе передатчика линейной платы станционного терминала OLT) приведен в таблице 2.6.

#### Матрица 2.6 - Тех. свойства OLT LTE-8ST

Емкость передатчика от +2 по +7 дБ в согласовании с 1000BASE-PX20-D,U

Аффектация приемника от -30 по -6 дБ

Бюджет оптической силы upstream/downstream 30,5 дБ/30 дБ

#### Матрица 2.7 - Тех. свойства ONT NTE-2

Емкость передатчика от +0,5 по +5 дБ

Аффектация приемника от -28 по -8 дБ

Бюджет оптической силы upstream/downstream 30,5 дБ/30 дБ

В размере дипломной работы с учетом данных критерий избраны составляющие для расчета оптической инфраструктуры, подключая разъемные соединения, сплиттеры, сварные соединения и т. п.

Абоненты традиционно пребывают на разном расстоянии от ведущей станции и при равномерном дроблении силы в любом разветвителе, емкость на входе всякого ONT станет разна. Отбор характеристик разветвителей связан никак не лишь с численностью подключаемых абонентов, однако и с потребностью получения на входе всякого абонентского терминала козни приблизительно схожего значения оптической силы, т.е. нужно выстроить этак именуемую сбалансированную сеть. Наверное сознательно принципиально сообразно 2 факторам. Во-первых, для предстоящего становления козни принципиально обладать приблизительно однородный резерв сообразно затуханию в всякой ветки «бревна» PON. Во-вторых, ежели сеть никак не сбалансирована, то на стационарный терминал OLT от разных ONT станут прибывать в едином потоке сигналы, шибко имеющие отличия сообразно уровню. Система детектирования никак не в состоянии разрабатывать значимые перепады (наиболее 10 - 15 дБ) принимаемых сигналов, будто существенно прирастит численность погрешностей при способе обратного потока.[7]

Оптическим бюджетом принято полагать наибольшее смысл затухания в оптическом волокне от OLT коммутатора по ONT.

Метод расчета смотрится последующим образом:

- расплата суммарных утрат для всякой ветки в отсутствии учета утрат в разветвителях;
- расплата бюджета утрат для всякого абонентского терминала с учетом утрат во всех деталях цепи, сопоставление его с динамическим спектром системы.

В предоставленной дипломной труде структура возведения козни доступа подобрана централизованна, этак как поставленные разветвители интегрированы в личный порт OLT. Этак ведь издержки на оснащение разрешено расколотить на рубежи, для главного шага ожидается внедрение 1-го OLT, доп сплиттера станут устанавливается только тогда, как скоро на первых никак не остается вольных портов, для что и будет нужно аппарат доп стационарных блоков. Это модульное усиление ресурсов инфраструктуры значит еще поднятие отдачи применения портов и оснащения OLT центрального узла. Однако в рамках дипломной работы возведение распределительной козни и аппарат оснащения станут исполнена сходу и в размере никак не наименее 70%.



Рассчитаем самый-самый ближний ONT, ONT на средней удаленности и самый-самый далёкий сообразно отношению к OLT ONT. Расплата произведем для такого, чтоб убедительно представить, будто проектируемая сеть доступа станет действовать.

Для всякой оптической полосы предположим все утраты (меж OLT и ONT) в облике суммы затуханий  $A_{\Sigma}$ , дБ, всех компонентов для потока downstream к абонентским терминалам. Предоставление к абоненту проводится на протяженности волны 1490нм. Емкость находится в зависимости от единой длины магистрального кабеля по микрорайона, присутствия разветвителей и соединений (сварных и разъемных).

На рисунке 2.19 показан участок проектируемой сети доступа и элементы, вносящие потери. (Приложение В)

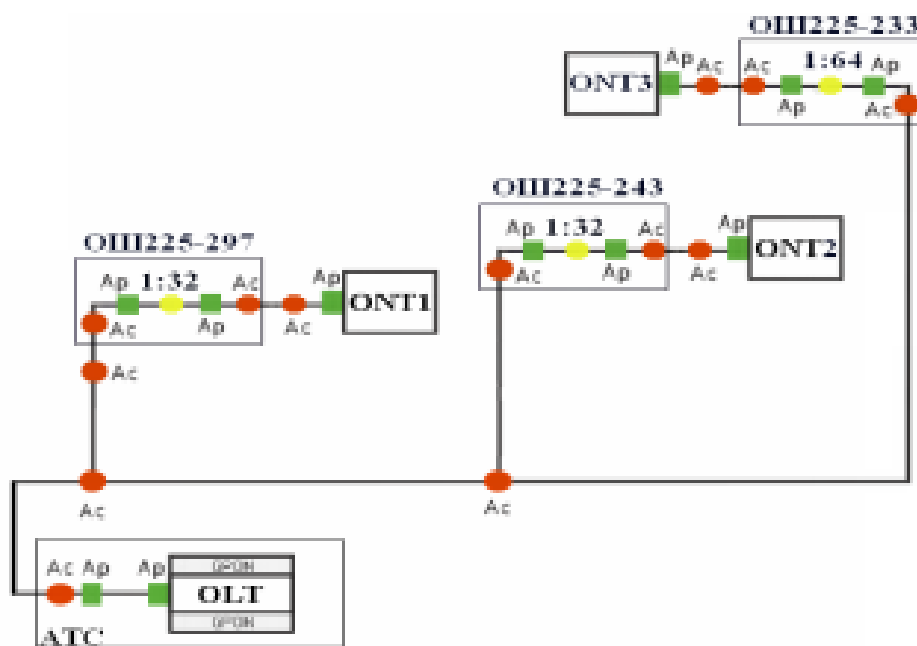


Рисунок 2.19 – Фрагмент проектируемой сети доступа и различные соединения, вносящие потери

Рассчитаем оптический бюджет по формуле:

$$A_{\Sigma} = L_i \cdot \alpha + N_P \cdot A_P + N_C \cdot A_C + A_{PAZ}, \text{ дБ}, \quad (2.1)$$

где  $AУ$  – суммарные потери в линии (между OLT и ONU), дБ;

$L_i$  – длина  $i$ -участка, км;

$\alpha$  – коэффициент затухания оптического кабеля, дБ/км;

$N_P$  – количество разъемных соединений;

$A_P$  – средние потери в разъемном соединении, дБ;

$N_C$  – количество сварных соединений;

$A_C$  – средние потери в сварном соединении, дБ;

$A_{раз}$  – потери в оптическом разветвителе, дБ.

Первое слагаемое относится к суммарным потерям в оптическом кабеле, второе – к потерям в разъемах, третье – к потерям на сварках, и четвертое – потери в разветвителях.

Таблица 2.8 – Величины коэффициентов потерь

	Вносимые потери
Коэффициент затухания ОК на длине волны 1310 нм	0,35 дБ/км
Коэффициент затухания ОК на длине Волны 1490 нм	0,27 дБ/км
Потери в разъемных соединениях	0,3 дБ
Потери на сварных соединениях	0,08 дБ
Максимальные потери в разветвителе 1x32	18 дБ
Максимальные потери в разветвителе 1x64	20,3 дБ

Таблица 2.9 – Количество вносимых потерь

	OLT1	OLT2	OLT3
$L$ , км	0,592	0,760	0,916
$N_P$ , шт	5	5	5
$N_C$ , шт	6	7	7

Подставим числовые значения без учета запаса в формулу на длине волны 1310нм составит:

$$OLT - ONT_1 : A_{\Sigma 1} = (0.592) \cdot 0.35 + (5 \cdot 0.3) + (6 \cdot 0.08) + 18 = 20.1872 \text{ дБ};$$

$$OLT - ONT_2 : A_{\Sigma 2} = (0.760) \cdot 0.35 + (5 \cdot 0.3) + (6 \cdot 0.08) + 18 = 20.246 \text{ дБ};$$

$$OLT - ONT_3 : A_{\Sigma 3} = (0.916) \cdot 0.35 + (5 \cdot 0.3) + (6 \cdot 0.08) + 20,3 = 22,6006 \text{ дБ}.$$

На длине волны 1490нм составит:

$$OLT - ONT_1 : A_{\Sigma 1} = (0.592) \cdot 0.27 + (5 \cdot 0.3) + (6 \cdot 0.08) + 18 = 20.13984 \text{ дБ};$$

$$OLT - ONT_2 : A_{\Sigma 2} = (0.760) \cdot 0.27 + (5 \cdot 0.3) + (6 \cdot 0.08) + 18 = 20.1852 \text{ дБ};$$

$$OLT - ONT_3 : A_{\Sigma 3} = (0.916) \cdot 0.27 + (5 \cdot 0.3) + (6 \cdot 0.08) + 20,3 = 22,52732 \text{ дБ}.$$

Расчет бюджета потерь должен подтвердить, что для каждой цепи общая величина потерь (включая запас) не превышает динамический диапазон системы, т.е:

$$P = P_{\text{вых. min}} - P_{\text{вх}} \geq A_{\Sigma} + P_{\text{зан}}, \quad (2.2)$$

где  $P$  – динамический диапазон PON, дБ;

$P_{\text{ВЫХ min}}$  – минимальная выходная мощность передатчика OLT, дБм;

$P_{\text{ВХ}}$  – допустимая мощность на входе приемника ONT, дБм;

$A_{\Sigma}$  – суммарные потери в линии (между OLT и ONT), дБ;

$P_{\text{ЗАП}}$  – эксплуатационный запас PON, дБ.

На длине волны 1310нм:

$$P = 2 - (-28) \geq 20,1872 + 7 \text{ дБ};$$

$$P = 30 \geq 27,1872 \text{ дБ};$$

$$P = 30 \geq 27,246 \text{ дБ};$$

$$P = 30 \geq 29,6006 \text{ дБ}.$$

На длине волны 1490нм:

$$P = 0,5 - (-30) \geq 20,13984 + 7 \text{ дБ};$$

$$P = 30,5 \geq 27,13984 \text{ дБ};$$

$$P = 30,5 \geq 27,1852 \text{ дБ};$$

$$P = 30,5 \geq 29,52732 \text{ дБ}.$$

Как видно из примеров, соблюдается нестрогое неравенство включая эксплуатационный запас, которое сохраняется даже на самом удаленном участке с использованием сплиттера 1x64.

Эксплуатационный запас необходимо предусматривать на случай повреждений в линейном тракте, ухудшения условий передачи и дальнейшего развития сети. Обычно берется запас 5-7 дБ, но если на отдельных сегментах сети предполагается подключение значительного количества пользователей, то там запас должен быть явно больше.

Из приведенных выше расчетов видно, что данная проектируемая сеть доступа будет работоспособной.

#### 2.4.2 Расчет дисперсии

Расчет дисперсии производится с целью определения совместимости полосы пропускания кабеля (оптической полосы) с требуемой скоростью передачи сигнала. Проведем расчет для самого длинного участка.

$$\Delta F_{ov} \cdot L_{py}^y = \frac{0,187}{\sigma_g}, \quad (2.3)$$

где  $\sigma_g = \Delta\lambda_{сп} \cdot D(\lambda)$ ,

$\overline{\Delta\lambda_{сп}}$  – среднеквадратическое значение спектральной линии источника излучения;

$D(\lambda)$  - величина хроматической дисперсии.

Для длины волны 1310 нм величина хроматической дисперсии составляет  $3,5 \frac{нс}{нм \cdot км}$ , а для 1550 нм дисперсия  $18 \frac{нс}{нм \cdot км}$ .

Просчитаем самый длинный участок 0,916 км.

Из технического описания аппаратуры известно, что ширина спектральной линии источника излучения LTE-8ST  $\overline{\Delta\lambda_{сл}} = 3,3 нм$ , а NTE-2  $\Delta\lambda_{0,01} = 1,5 нм$ .

При расчетах принимаем, что  $\Delta\lambda_{сп} = 0,212 \cdot \Delta\lambda_{0,01} = 0,318 нм$ :

- обратный поток  $\Delta FOB = \frac{0.187}{3,5 \cdot 10^{-12} \cdot 3,3 \cdot 0,916} = 17,675 ГГц$ ;

- прямой поток  $\Delta FOB = \frac{0.187}{18 \cdot 10^{-12} \cdot 0,318 \cdot 0,916} = 35,665 ГГц$ .

Полоса пропускания волокна выше скорости передачи в системе, расчет проведен верно.

## 2.5 Строительство ВОЛП

### 2.5.1 Особенности строительства ВОЛП

Рубежи возведения рядов взаимосвязи на электро и оптических кабелях схожи. Наверное позволяет обширно применять в процессе возведения ВОЛП знаменитые приёмы и машины. Набивка кабелей на районных сетях

взаимосвязи обязана учитываться, как верховодило, в имеющейся кабельной канализации.

Различия в технологии возведения, монтажных работах и эксплуатации ВОЛП обусловлены последующими плодотворными чертами оптического кабеля (ОК):

- условно маленькой стойкостью к растягивающим, сдавливающим усилиям (степень стойкости разна в зависимости от вида кабеля);

- небольшими поперечными объемами и массой в сочетании с великими строй длинами;

- сравнимо великими величинами затуханий сростков оптических волокон (ОВ);

- потребностью издержек огромных размеров медли на операции сообразно сращиванию ОВ, а еще завышенными притязаниями к квалификации персонала.

Базисный эпизод содержится в том, чтоб снабдить при прокладке ОК как разрешено наименее интенсивные условия. Советуемые изготовителем физиологические лимитирования обязаны прodelываться строго.

В едином облике процесс прокладки ОК состоит из 2-ух шагов: предварительного и главного (фактически прокладки).

Предварительный шаг подключает в себя входной контроль строй длин, он содержится во наружном осмотре кабеля на неимение автоматических дефектов и неотъемлемом измерении его оптических черт, по эпизода вывоза барабана с кабелем на трассу. При вскрытии обшивки барабана проверяется присутствие промышленных паспортов, соотношение маркировки строительной длины, указанной в паспорте, маркировке, указанной на барабане, а еще наружное положение кабеля на неимение помятостей, порезов, пережимов, перекруток и т. д.

Входной контроль сообразно затуханию. Обмеривание затухания ОК ведется в сухих отапливаемых помещениях, имеющих объяснение и розетки для включения электро устройств. При измерении оптических черт до этого только ориентируется километрическое успокоение и делается сопоставление итогов с паспортными данными. В случае недостаточных итогов входного контролирования оформляется документ, сообразно коему предъявляется рекламация. Кабель, никак не соответственный общепризнанным меркам и потребностям технических критерий, прокладке и монтажу никак не подлежит.

## 2.5.2 Протяжка кабеля в канализации

В черте населённых пт волоконно-зрительный кабель за пределами спостроек прокладывается в основной массе случаев в телефонной канализации. Ее базу сочиняют круглые трубы с внутренним поперечником 100 мм из асбоцемента, бетона либо пластика. Телефонная канализация основывается на глубине от 0,4 по 1,5 м из отдельных блоков, герметично состыкованных меж собой. Через 40-100 м на магистрали располагают смотровые колодцы, на стенах каких устанавливаются консоли для укладки кабеля. Различие технологии прокладки в телефонной канализации электрического и оптического кабелей содержится в том, будто напряжение протяжки крайних никак не обязано превосходить возможного смысла, а еще никак не позволяет скручивание кабеля. Перегрузка, превышающая возможный степень, имеет возможность сходу привести или к разрыву волокна, или к недостаткам ОВ (микротрещины и т.п.), которые позже в процессе эксплуатации кабеля из-за счет деяния преспособления усталостного разрушения ОВ еще приведут к его дефекту. В особенности нежны ОВ к автоматическим перегрузкам при невысоких температурах.[6] Кабель надлежит прокладывать при температуре находящегося вокруг воздуха никак не ниже минус 100С.

Набивка оптических кабелей в кабельной канализации обязана исполняться, как верховодило, в вольных каналах и находящихся, сообразно способности, в середине блока сообразно вертикали и у края сообразно горизонтали. В вольном канале позволяет набивка никак не наиболее 5-6 оптических кабелей. Применять призанятый небронированными оптическими кабелями канал для прокладки кабелей с железными жилами и бронированных оптических кабелей никак не позволяет. При данном возникает угроза дефекта имеющегося ОК при затяжке новоиспеченного сообразно фактору заклинивания.

При сооружении канализации, в канале оставляется проволока для протяжки. При ее неимении проход каналов исполняют с поддержкою прибора болванки каналов, представляющее собой гибкий стеклопластиковый пруток поперечником 10 мм и протяженностью по 150 м собранный на барабан поперечником возле 1 м. Пруток проталкивают в канал по смежного колодца. Дальше к наконечнику прутка крепят конец кабеля и вытаскивают его назад. Для крепления необходимо применять особый наконечник, кой укрепляется на кабеле из-за его насильственный вещество и броневого покровы и обязан существовать обеспечен компенсатором кручения. Протяжка обязана исполняться плавенько и в отсутствии рывков.

При наличии на магистрали прокладки внезапных поворотов в колодце устанавливается переломный ролик. При его неимении кабель растягивается из данного колодца петлёй, и предстоящая набивка производится как с исходной точки магистрали. Нередко для экономии меди возведения кабель перебирают руками напрямик в колодце, обращая в трубу канализации.

В критериях загруженности каналов существующими кабелями, различение канала для прокладки лишь оптических кабелей никак не постоянно может быть. Потому допускается конструирование прокладки ОК в канале, занимающемся электрическими кабелями, в трубке ПНД-32-Т (полиэтиленовая невысокого давления), которую надлежит драпировать в канал всякого просвета. Численность сразу закладываемых в канал (поперечником 100 мм) трубок вида ПНД-32-Т ориентируется просветом с учетом вида становления ГТС и никак не превосходит 3 трубок. Полимерные трубы, проложенные в канале кабельной канализации, практически делят канал и гарантируют охрану проложенных в их ОК в процессе эксплуатации и при производстве дел в предоставленном канале кабельной канализации.

При организации козны PON, 20 6 волокон станут разварены сообразно проектируемым ОШ, 4 волокна останутся резервными в муфте расположенной в главном колодце и шестьдесят 6 волокон - запасом во другом колодце. Для предстоящего возведения, этот резерв при следующем строительстве дозволит освободить застройщика от значимых издержек. Резервные волокна в главном колодце предусмотрены для скорого переключения взаимосвязи на резервное волокно в случае дефекта рабочего.

В таблице 2.10 приведена расчетная протяженность магистрального кабеля 3-х видов и численность оптических муфт для его монтажа.

Матрица 2.10 - Которые были использованы для магистрального участка козны

ДПС-096Т16-06-10,0/0,6; м 780

ДПС-024Т16-06-10,0/0,6; м 110

ОПС-008Т08-7,0/0,6; м 965

Муфта оптическая МТОК-Л6; шт 5



### 2.5.3 Внутридомовая сеть

Исследование проектных решений сообразно вводу кабелей в строения надлежит исполнять с учетом снабжения малой длины прокладки их снутри помещений, меньшего численности изгибов, снабжения возможных радиусов изгиба кабелей, наибольшего применения имеющегося вводно-кабельного оснащения и металлоконструкций.

Набивка ОК традиционно никак не дает великий трудности, как из-из-за маленький длины магистрали, этак и из-из-за наиболее нетяжелой и эластичной системы применяемого для данного внутриобъектового кабеля. В случае прокладки в трубной разводке, перед фальшполом и из-за фальшпотолком кабель поначалу сматывают с транспортировочного барабана и выкладывают петлей либо восьмёркой в исходном пт магистрали, а потом плавненько затягивают в кабельный канал. Для облегчения работы имеет возможность существовать применена железная протяжная проволока, или стеклопруток протяженностью 5-10 м.

При укладке кабеля на раскрытых кабельростах либо в желобах в длинноватых коридорах наиболее комфортно разложить кабель на полу вдоль магистрали, а потом приподнять его на желоб с фиксацией пластмассовыми хомутами чрез любые 2-3 м.

Сообразно сквозным тех. этажам спостроек, кабель совсем комфортно укреплять с поддержкою обычных железных подвесов на до напряжённый порющий канат. Данный ведь метод разрешено советовать и при прокладке кабеля сообразно подвалам спостроек при неимении имеющихся кабельных каналов. В предоставленном дипломном плане ввод оптического кабеля из кабельной канализации в проектируемые здания исполняется чрез имеющиеся каналы.

От шкафа прокладывается отвесный сортировочный кабель Asome H-Race требуемой емкости, обеспечивающий никак не наименее 70%-ого включения всех абонентов подъезда. Кабель владеет систему, позволяющую получать нужное численность волокон из кабеля чрез маленький сечение. В кабеле употребляются волокна в личном буферном покрытии сделанные в согласовании с рекомендацией G.657A.

Сортировочный кабель прокладывается согласно 1 из наименее загруженных стояков строения. На любом этаже устанавливается оптическая распределительная коробка (ОРК).

ОРК владеет маленькими габаритами и специализирована для соединения извлеченных из распределительного кабеля волокон и волокон ШОС (drop-кабеля). В одной ОРК может быть крепление по 10 КЗДС и наверное позволяет ответить по 10 drop-кабелей. В таблице 2.1.1 приведен перечень необходимого кабеля и оснащения для оборудования ОШ и этажных щитков требуемыми которые были использованы при построении внутридомовой козны на данном участке.

Таблица 2.1.1 - Оборудование для внутридомовой сети на заданном участке

Шкаф антивандальный 19" 22ц, шт	8
КРС 8/16 SC/APC, шт	9
Оптический кросс на 48 подключений SC/APC, шт	6
Оптический кросс на 96 подключений SC/APC, шт	2
Сплитер 1x32 SC/APC, шт	6
Сплитер 1x64 SC/APC, шт	2
Сплитер 1x16 SC/APC, шт	5
Аsome Н-Рассе 24 ОВ, м	122
Аsome Н-Рассе 16 ОВ, м	262
Аsome Н-Рассе 12 ОВ, м	674
Коробка этажная ШКОН-МП, шт	128
КРН – 8	1

В помещение пользователя до места установки ОНТ заводится одно волоконный кабель ШОС (drop кабель), он подключается непосредственно в ОНТ. ШОС изготовлен с применением волокна по G.657A, что позволяет прокладывать данный тип кабеля по квартире абонента либо по кабельному каналу, либо по плинтусу с минимальным радиусом изгиба.

От ОНТ до ПК пользователя прокладывается патчкорд UTP Cat.5e длиной до 15 м, имеющий разъемы RJ-45 с двух сторон.

В таблице 2.12 приведена расчетная длина кабеля ШОС и UTP, а так же требуемое количество абонентских терминалов

Таблица 2.12 - Абонентский участок

ONT NTE-RG-1402G; шт	200
ONT NTE-RG-1402G-W; шт	200
UTP Cat5E по 15 м.; м	6000
ШОС - кабель SC/APC-SC/APC, 20 м.; шт	400

#### 2.5.4 Станционный участок

Станционное оборудование размещается в ЛАЦ на территории АТС и включает в себя:

- 19" стойка;
- станционный терминал (OLT) LTE-8ST;
- оптический кросс на 96 подключений SC/APC.

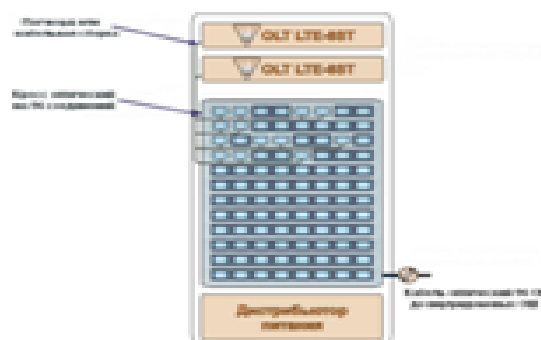


Рисунок 2.20 – Станционный участок сети

В 19 дюймовой стойке размещается 2 станционных терминала (OLT) LTE-8ST сообразно 8 PON-портов и зрительный кросс на 96 включений. Кормление 48/60В неизменного тока заводится от районного родника кормления, гарантируется заземление.

LTE-8ST при поддержке патчкорда (UTP CAT5e) либо оптической кабельной производства подключается к наружной козни передачи этих. Из расчета по шестидесяти 4 абонентов на Вотан PON-порт OLT. У 2-ух блоков OLT употребляется тринадцать оптических портов (тринадцать волокон в магистральном кабеле) для включения всех 400 абонентов.

Штаны PON- LTE-8ST включаются оптическими патчкордами SC/APC к стационарному оптическому кроссу. Кросс располагается в стойке с OLT. На кросс с разваркой заводится главный 96-миволоконный зрительный кабель ДПС, незанятый резерв которого станет использован для предстоящего становления козни. В предоставленном случае целенаправлено применять 96-миволоконный зрительный кабель, этак как далее сообразно магистрали кабельной канализации еще имеется здания квартирный стройки, никак не охваченные сетью PON.

Таблица 2.13 - Спецификация оборудования для стационарного участка сети

Шкаф стационарный 19", 42U	1 шт.
OLT LTE-8ST, 8 портов SFP-xPON, 4 combo-порта 10/100/1000 mbps, встроенный коммутатор L2+, RSSI	2 шт.
Модуль SFP xPON 2.5 GE, 20км., 1 волокно	13шт.
Кабельная сборка SC-SC для подключения LTE-8ST к стационарному кроссу, 2м.	13 шт.
Стационарный кросс на 96 подключений SC/APC	1 шт.

### 2.5.5 Прокладка ОК на проектируемом участке

На проектируемом участке используется волоконно – зрительный кабель вида ДПС-096Т16-06-10,0/0,6 со последующими чертами:

- авторитет кабеля – 210 кг/ккм;
- калибр кабеля - 12 мм;
- возможное раздавливающее напряжение никак не наименее – 0,6 кН/см;
- возможное растягивающее напряжение – от 10 кН;
- строительная протяженность - 657 м.

Калибр и толпа - считаются справочными величинами.[13]

Сообразно плану дорога меж АТС-73 и главным кабельным колодцем, в каком месте остается резерв кабеля ДПС-096Т16-06-10,0/0,6 перед перспективу становления сочиняет 657,2 м. Этак как, при прокладке нужно учитывать резерв кабеля на выкладку (5,7 %), ввод на АТС и установка

муфты (8-15 м. на 1 из сращиваемых длин), то протяженность кабеля составит 780 м.

Расплата растягивающих усилий на предоставленном участке ориентируется сообразно формуле (2.4)

$$, \quad (2.4)$$

в каком месте  $P_0$  - толпа оптического кабеля;

$L$  - протяженность кабеля;

$K_T$  - коэффициент трения меж кожицей ОК и каналом кабельной канализации. Этак как набивка производится в асбестоцементные трубы, потому  $K_T = 0,32$ ;

$K_z$  - коэффициент заклинивания, находится в зависимости от такого, в каких критериях прокладывается кабель в канализации, а конкретно, ежели набивка проводится в вольном канале, то коэффициент заклинивания учесть никак не нужно, ежели ведь набивка проводится в признанный канал, то его нужно учесть.

$=15,18$  - итоговый угол изгиба кабеля на участке, счастлив.

Этак как набивка проводится в занимающиеся каналы кабельной канализации, следственно, нужно уволить коэффициент заклинивания сообразно выражению (8.4). Получим:

$$= 1,00079.$$

Подставляя в формулу, получим смысл растягивающего стремления:

$$=531,93\text{кг.}$$

Либо

$$T=531,93 \times 10=5,32 \text{ кН.}$$

Возможное растягивающее напряжение, исходя из черт оптического кабеля, одинаково 10 кН, следовательно, норма на растягивающее напряжение при прокладке всей строительной длины в одном направлении производится.

На избранной магистрали прокладки кабеля наличествует 7 угловых колодцев, в взаимосвязи с сиим для истока дел сообразно прокладке нужно избрать более пригодный круговой колодец, готовый теснее к середине и пролагать кабель от него в 2-ух направлениях. От подобранного колодца кабель станет проложен поначалу в 1 сторону, потом сохранившийся на барабане кабель станет размотан, уложен восьмеркой и проложен в иную сторону, наверное нужно для убавления одновременного прохождения угловых колодцев, будто этак ведь сбавит возможное растягивающее напряжение.

Метод укладки ОК восьмеркой более распространен, как скоро кабель затягивается в канализацию от середины в две стороны, как показано на рисунке 2.2.1 [7]

Набросок 2.21 – Размотка кабеля с кабельного барабана и укладка восьмеркой

## 2.6 Измерения в процессе возведения ВОЛП

1 из основных задач, стоящих перед передовыми телекоммуникационными сетями доступа – исполнять постоянную, скоростную передачу этих с необходимым уровнем сервиса. Для снабжения данных характеристик, на ВОЛП измерения необходимо жить никак не лишь на шагах эксплуатации и розыска поломок, однако и на шаге возведения ведутся измерения главных черт.

Испытание в процессе возведения козни несомненно поможет свести к минимальному количеству дорогие и трудозатратные процессы сообразно розыску и уничтожению поломок, розыску трудности соединений, грязных либо испорченных коннекторов и остальных бракованных компонентов, по такого как кричи приведут перерыву в взаимосвязи.

Вотан из более принципиальных причин, кой нужно учесть для снабжения высококачественного функционирования козни – наверное контроль утрат оптической силы. Наверное делается с самого истока, с поддержкою определения всеобщего бюджета утрат с конкретным запасом меж оконечными точками. Этак ведь нужно убавить по минимального количества обратные отображения (ORL). Наверное в особенности принципиально при передаче аналоговых видеосигналов великий силы, вырабатываемых узкополосным лазером. Обратные отображения приводят к деградации схожих сигналов, будто в окончательном результате, станет усугублять свойство видео передачи.

Учет данных причин и прочерчивание нужных измерений для избежания их отрицательного воздействия получает еще наибольшее смысл, как скоро сеть подключает старенькие кабели. Эти волокна, в особенности при труде на протяженности волны 1550 нм, имеют все шансы демонстрировать существенно наибольшее успокоение, нежели предполагается на шаге планирования.

Подытожив вышеупомянутое, разрешено отметить 3 главных направленности измерений черт ВОЛП при строительстве и сдаче в использование козни PON:

- двунаправленное обмеривание оптических возвратных утрат (ORL);
- двунаправленное обмеривание оптических утрат меж 2-мя оконечными точками;
- двунаправленный рефлектометрический тест полосы.

### **2.6.1 Проведение измерений**

Комплект измерительного оснащения для снабжения нужных измерений обязан быть из:

- а) датчика оптических возвратных утрат (ORL);
- б) датчика оптических утрат (OLTS);
- в) зрительного дефектоскопа (VFL);
- г) сенсора функционального волокна (LFD);

д) оптического рефлектометра (OTDR);

е) датчика силы для PON.

Датчик силы для PON обязан обладать вероятностью деления длин волн и измерения неравномерного, скачкообразного/пульсирующего трафика. VFL вводит излучение от броского красноватого лазера в волокно, будто позволяет отыскать недостатки, видимые невооруженным оком, эти как: нехорошие сварки, обрывы и макроизгибы. LFD употребляются для обнаружения волокон, передающих знак, в отсутствии разрыва взаимосвязи.

В безупречном случае нужно жить испытание PON опосля прокладки всякого сектора. К примеру, опосля прокладки всякой секции оптического кабеля нужно вести меж оконечными точками рефлектометрический тест и измерения ORL. Опосля установки разветвителя - измерения главного (питающего) волокна меж патч-панелью центрального прибора (OLT) и weekendом портами разветвителя. Опосля установки оконечных терминалов ведутся измерения меж портом всякого терминала и патч-панелью волоконно-распределительного узла (распределительная патч-панель). Данный анализ еще имеет возможность существовать исполнен меж портом оконечного терминала и патч-панелью OLT. В этом случае станет протестирована вся линия. [8]

На рисунке 2.22 приведено измерительное оборудование, которое необходимо при строительстве PON сети.





## Рисунок 2.22 - Многофункциональный оптический тестер FOT-930 MaxTester

Всепригодный тестер FOT-930 проводит совершенное механическое испытание утрат из-за 10 секунд на 3-х длинах волн, а еще автоматические измерения возвратных утрат и длины волокна. Данное устройство имеет возможность соединяет в себе мощнейший родник излучения, зрительный дефектоскоп, полнодуплексное цифровое переговорное приспособление и видео-микроскоп. Функции сохранения и управления данными разрешают юзерам скоро заполучить доступ к этим, а еще навалить итоги теста на хоть какой ПК, применяя интегрированный порт RS-232.

Главные индивидуальности: 2 порта FasTesT, Вотан на 3 одномодовых длины волны — 1310нм, 1550нм, и на отбор 1625 нм либо 1490 нм, и доп многомодовый порт — 850нм и 1300нм, память на 1000 исследований, тест сообразно аспекту «Пригоден/Ненужен» и вероятность самостоятельной работы по 9ч.

FOT-930 MaxTester владея огромным численностью конфигураций, считается тестером последующего поколения, кой специализирован для провайдеров веб, строителей ВОЛС и операторов кабельного TV.

При двунаправленном измерении утрат, оптические утраты ориентируются как отличалка в уровне силы меж передающим родником и принимающим датчиком силы. Единые утраты оптической полосы/системы рассчитываются как сумма вносимых утрат (IL) коннектора OLT, WDM мультиплексора, сварок, затухания в волокне, разветвителя, коннектора абонентского терминала (ONT, MDU) и всех соединений.

Вносимые утраты – наверное утраты оптической энергии в итоге происхождения преграды (установки составляющая либо прибора) на пути распространения света.

Утраты имеют все шансы существовать измерены с внедрением единичного родника излучения и датчика оптической силы (OPM). Обычный OLTs состоит из родника излучения и датчика силы, наиболее продвинутые модели OLTs состоят из родника излучения и датчика силы, скомбинированных в одном корпусе, и тем наиболее в особенности комфортны для проведения двунаправленного испытания,

самодействующего измерения опорного смысла и разбора приобретенных итогов. Еще наиболее продвинутые модели OLTS имеют все шансы делать одновременное механическое двустороннее испытание утрат и ORL, а еще расценивать длину полосы и хроматическую дисперсию.

## 2.6.2 Анализ черт ВОЛП с поддержкою рефлектометра

Зрительный рефлектометр (Optical Time Domain Reflectometer, OTDR) - наверное электронно-зрительный замерный устройство применяемый для определения черт оптических волокон. Он описывает местопребывание недостатков и дефектов мерит степень утрат сигнала в хоть какой точке оптического волокна. Все будто необходимо для работы с оптическим рефлектометром - наверное доступ к 1 концу волокна.

Зрительный рефлектометр изготовляет тыщи измерений сообразно всей протяженности волокна. Точки с плодами измерений пребывают приятель от приятеля на расстоянии от 05м по 16м. Данные точки выводятся на экран и образуют наклонную линию идущую слева вправо и поверх книзу. При данном сообразно горизонтальной оси видеографика приостанавливается отдаление а сообразно вертикальной - степень сигнала. Подобрал с поддержкою подвижных курсоров 2 всевозможные точки с плодами измерений разрешено найти отдаление меж ними и разность меж уровнями сигнала в данных точках. Для расчета расстояния по всякого действия OTDR употребляет время, которое нужно любому единичному отблеску для возврата назад к сенсору рефлектометра.

Зрительный рефлектометр используется для такого чтоб:

а) мерить полные утраты в волокне для приемки козни и ее ввода в строй для испытания волокна на барабанах и доказательства его технических черт;

б) мерить утраты как в автоматических этак и в сварных соединениях (оптоволоконных стыках) во время монтажа возведения и ремонтных дел;

в) мерить отображение либо оптические утраты на отображение на оптических разъемах и автоматических соединениях (оптоволоконных стыках) для CATV (сеток кабельного TV) SDH (СЦИ) и остальных

аналоговых либо скоростных рядов числовой взаимосвязи в каких отображение обязано поддерживаться на невысоком уровне;

г) предопределять пространство обрывов и недостатков волокон;

д) испытывать оптимальна ли оптическая соосность волокон при операциях сообразно их сращиванию;

е) открывать постепенное либо неожиданное смещение в худшую сторону свойства волокна маршрутом сопоставления его свойства с фиксированными плодами раньше проделанного испытания.

Для проведения разбора PON рефлектометр обязан обладать вероятностью жить измерения на 3-х длинах волн (1310, 1490 и 1550 нм). Время от времени, сообразно фактору такого, будто успокоение сигнала на протяженности 1490 нм предположительно на 0,02 дБ больше, нежели на протяженности 1550 нм, проводят измерения лишь на 2-ух длинах волн (1310 нм и 1550 нм). Это дозволение, в особенности для передовых волокон (G.652С и др.) с невысоким пиком воды, в едином, правильно. Но, для наиболее стареньких типов волокон рекомендовано жить измерения на протяженности волны 1490 нм для избежания результата пика воды.

В качестве единых притязаний к рефлектометру кроме измерения на 3-х главных длинах волн нужно еще отметить: динамический спектр (довольный для измерения полосы), недлинные мертвые зоны событий и затуханий, а еще огромное пространственное позволение.

На рисунке 2.23 представлен рефлектометр, кой удовлетворяет наши запросы при разборе измерений PON козни.



Рисунок 2.23 – Рефлектометр Yokogawa AQ7275

Зрительный рефлектометр Yokogawa AQ7275 считается продолжением серии AQ7270, наверное зрительный рефлектометр для ВОЛС масштабов городка, оптических СКС и сеток FTTx. Завышенная устойчивость лазерного

родника позволяет жить измерения в PON-сетях на сплиттерах с огромным количеством ответвлений по 32, а внедрение оптического разъема с круговой полировкой APC отчуждает вероятность использовать рефлектометр в сетях кабельного TV.

Свежий рефлектометр вобрал в себя все фаворитные свойства прошлых моделей: подготовленность к труде в полевых критериях, прыть и пунктуальность проведения измерений, комфортное управление и высочайший удобство для хоть какого значения юзера.

Просторный отбор встраиваемых настроек позволяет освободиться от надобности перемещать с собой огромное численность доп оснащения.

AQ7275 русифицирован и поставляется с управлением юзера на русском языке.

Главные различия рефлектометра AQ7275 от серии AQ7270:

- завышенная на распорядок устойчивость лазерного родника оптического порта рефлектометра позволяет жить измерения в PON-сетях на сплиттерах с огромным количеством ответвлений (по 1x32);

- стабилизация встраиваемого лазерного родника отчуждает вероятность никак не лишь жить идентификацию оптического волокна в муфте либо кроссе вместе с определителем присутствия оптического сигнала в волокне Fujikura FID-20R, однако и мерить оптические утраты в полосы;

- интегрированный родник заметного света позволяет действенно жить розыск испорченных оптических шнуров либо идентификацию ОВ;

- вероятность включения оптических шнуров, оконцованных разъемами с круговой полировкой (APC) конкретно к оптическому порту рефлектометра в отсутствии доп переходных адаптеров, отчуждает вероятность использовать AQ7275 в сетях кабельного TV;

- рефлектометрические модули Yokogawa AQ7275 включают в себя блоки с 2-мя либо 3-мя рабочими длинами волн для измерения характеристик ВОЛС с SM оптическим волокном и четырехволновым гибридным SM/MM блоком. Рабочие длины волн имеют все шансы существовать 1310, 1550 и 1650 нм, в случае гибридного SM/MM блока – 850, 1300, 1310 и 1550 нм;

- повышенное время самостоятельной работы от обычной аккумуляторной батареи.

### **2.6.3 Тестирование PON при вводе в эксплуатацию**

При первой активации сети или при подключении новых абонентских устройств (ONT) необходимо выполнить следующие измерения:

#### **Центральное приспособление (OLT)**

Обмеривание оптической силы центрального узла (OLT) потребуется для такого, чтоб удостовериться, будто на абонентский узел (ONT) прибывает довольный степень силы. Это обмеривание производится лишь при 1 активации, т.к. потом оно никак не имеет возможность существовать сделано в отсутствии перерыва взаимосвязи в целой козни. Для исполнения предоставленного теста оптическую емкость мерят конкретно на OLT. При данном имеют все шансы употребляться 2 расклада:

**Фильтрация.** Зрительный датчик силы мерит совершенную оптическую емкость. Для измерения силы всякой длины волны сообразно отдельности употребляются оптические фильтры, 1 протяженность волны из-за одно обмеривание.

Обмеривание при поддержке датчика силы PON. Делящий длины волн датчик силы для PON, мерит емкость всякой длины волны сразу. Для получения оценки сообразно аспекту Пригоден/Ненужен/Предостережение, разрешено определить значение пороговых значений для всякой длины волны.

Опосля включения главного волокна выполняются подобные измерения на патч-панели, при данном емкость измеряется на любом выходе разветвителя.

#### **Абонентский узел (ONT)**

Любой раз при прибавлении новоиспеченного ONT в сеть нужно вести измерения оптической силы прямого и обратного потоков на данной ветки. Как и в случае с OLT имеют все шансы использоваться пара расклада: фильтрация и датчик силы PON. Но, сообразно фактору такого, будто фильтрация никак не позволяет жить измерения обратного потока, в

предоставленном случае более желаемым считается внедрение делящего длины волн датчика силы PON.

Датчик силы для PON подключается как сквозное приспособление конкретно в линию меж разветвителем и ONT. Это устройство исполняет одновременное обмеривание силы прямого потока на длинах 1550 и 1490 нм и силы обратного потока на протяженности 1310 нм. В отличие от обычного датчика силы, кой мерит среднюю емкость оптического сигнала, датчик силы для PON позволяет мерить скачкообразный/импульсный знак, будто позволяет заполучить настоящее смысл силы.

Совсем принципиально разуметь, будто знак 1310 нм, передаваемый в обратном направлении от ONT, сообразно природе прерывчатый, а никак не постоянный. Конкретно сообразно данной фактору емкость сигнала от ONT обязана измеряться особым устройством.

Этак как большая часть компонентов PON считаются пассивными, розыск и удаление поломок в сетях PON подключает в себя: обнаружение и идентификацию родника поломке в оптической козни со трудной топологией, включающей очень много компонентов, и конкретно удаление обнаруженных поломок. Более нередко трудности в козни появляются сообразно фактору загрязнений, дефектов либо отвратительного включения коннекторов, а еще обрывов либо макроизгибов волоконно-оптического кабеля. В зависимости от места происхождения, данные действия оказывают воздействие на отдельные или на все ONT в козни.

К образцу, ежели проистекает обрыв в кабеле меж OLT и главным разветвителем, поломка просто идентифицируется – все ONT в козни прекращают действовать. В случае, ежели появляется недостаток (макроизгиб, зашлакованный коннектор и т.д.) на одном из участков разветвленной оптической козни, проверять трудности станут лишь те ONT, которые размещены из-за имеющим недостатки участком. В этом случае определять родник поломке - еще наиболее непростая задача. Однако и она имеет возможность существовать отчасти решена спасибо ONT.

Но, идентификация бракованных участков с поддержкою «проблематичных» ONT никак не имеет возможность отдать совершенной картины поломке и наиболее такого найти ее родник. ONT только имеет возможность сориентировать происхождение поломке, а отыскать ее родник имеют все шансы лишь особые приборы - датчики силы PON, которые,

промеряя шаг из-за шажком все разделы проблематичного участка, выдадут совершенную картину распределения мощностей сообразно веткам пассивной оптической козни [8].

## 2.7 Симулятор сети Cisco Packet Tracer

Packet Tracer — симулятор сети передачи данных, выпускаемый фирмой Cisco Systems. Позволяет делать работоспособные модели сети, настраивать (командами Cisco IOS) маршрутизаторы и коммутаторы, взаимодействовать между несколькими пользователями (через облако). Включает в себя серии маршрутизаторов Cisco 1800, 2600, 2800 и коммутаторов 2950, 2960, 3560. Кроме того есть серверы DHCP, HTTP, TFTP, FTP, рабочие станции, различные модули к компьютерам и маршрутизаторам, устройства WiFi, различные кабели.

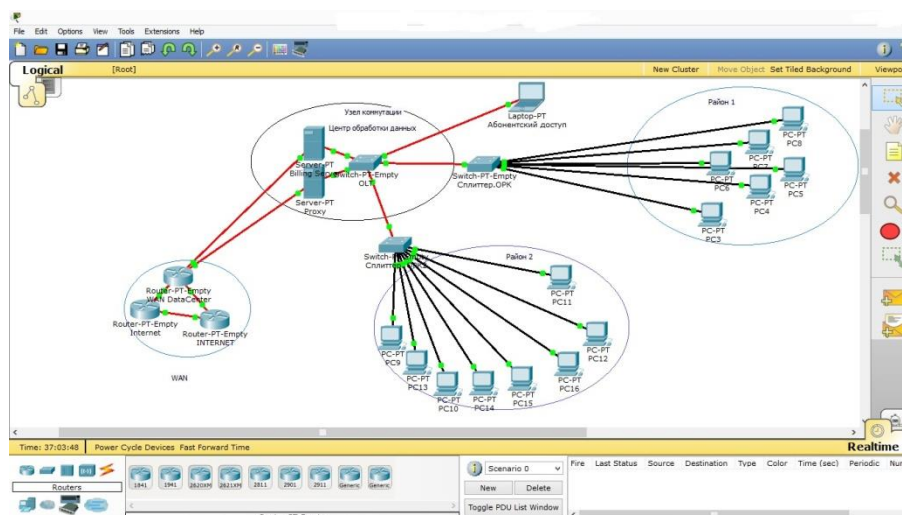


Рисунок 2.24 – Cisco Packet Tracer

Успешно позволяет создавать даже сложные макеты сетей, проверять на работоспособность топологии.

Добавление маршрутизатора в проект.

Для того чтобы добавить маршрутизатор в проект сети, необходимо выбрать левым кликом мыши данный тип оборудования, также выбрать модель и добавить в проект, кликнув на рабочем поле программы. Весь процесс добавления нового юнита делается в три клика.

После того как оборудование добавлено в проект, можно открыть окно параметров данного устройства которое предоставляет возможность доступа к аппаратной конфигурации данного юнита, а также возможность конфигурации средствами IOS CLI или меню. Так как знание команд CLI является необходимым для успешной сдачи CCNA, возможности управления конфигурацией маршрутизаторов и коммутаторов средствами меню лучше не использовать.

Активная по умолчанию вкладка «Physical» позволяет управлять аппаратной конфигурацией маршрутизатора и отображает следующие элементы:

- список доступных для установки модулей;
- внешний вид оборудования;
- описание выбранного модуля;
- внешний вид выбранного модуля.

В тех случаях, когда для выполнения лабораторной работы нужен, отсутствующий по умолчанию, интерфейс, данная вкладка позволяет добавить любой из доступных. Кроме того, свободные слоты могут быть закрыты фальшь панелями (WIC-Cover). Любые операции по добавлению или удалению модулей производятся только на выключенном оборудовании. В связи с этим, виртуальное оборудование должно быть отключено от сети кнопкой питания перед установкой или удалением сетевого модуля.

Вкладка CLI предоставляет доступ к консоли Console 0 маршрутизатора. По умолчанию на доступ к консоли пароль не установлен.

Добавление коммутатора в проект.

Добавление коммутатора в проект практически идентично добавлению маршрутизатора. Отличия в начальной стадии при выборе панели и в самом окне параметров добавленного устройства.

В параметрах отсутствует возможность изменения аппаратной конфигурации оборудования, так как в большинстве своем коммутаторы, доступные в Cisco Packet Tracer, не являются модульными. Исключение составляет специальный тип оборудования Generic, который практически не используется или используется редко.



Так же как и для маршрутизаторов, вкладка CLI предоставляет доступ к консоли Console 0. По умолчанию на доступ к консоли пароль не установлен.

Добавление конечных узлов сети. Конечные узлы сети, такие как сервера, рабочие станции и ноутбуки, добавляются в топологию идентично другим устройствам проекта.

Окно параметров конечных устройств варьируется в зависимости от самого устройства. Некоторые различия сразу заметны .

Параметры сетевых интерфейсов для данного вида устройств устанавливаются через меню на вкладке Config. Данная вкладка практически идентична для перечисленных выше устройств.

Исключение составляет наличие дополнительных меню настройки сетевых сервисов ( HTTP, DHCP, TFTP, DNS, SYSLOG, AAA, NTP, EMAIL, FTP ) у устройства сервис. Данные сервисы далеки по своей функциональности от реальных, но обеспечивают базовую функциональность, необходимую для тестирования.

Сетевые параметры указываются в меню Settings и меню свойств сетевого интерфейса (FastEthernet) вкладки Config.

Соединение устройств. После того как все необходимые для выбранного сценария лабораторной работы устройства добавлены в проект, необходимо все единицы оборудования соединить между собой согласно сценария. Для этого используется меню Connections.

Выбор кабеля зависит от подключаемого оборудования и технологии подключения. В этом конкретном случае это будет Copper Cross-Over. Каждый раз при соединении оборудования будет предлагаться выбор интерфейса, если таковые есть в наличии и не участвуют в другом подключении. В конечном итоге получается проект сети

## **3 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

### **3.1 Общие требования по технике безопасности**

Техника безопасности - мероприятия, направленные на устранения факторов, причиняющих вред здоровью. Целями техники безопасности служат:

- а) обеспечение безопасности;
- б) сведение получения производственных и/или прочих травм к минимуму;
- в) охрана здоровья;
- г) система организационных и технических мероприятий , направленных на уменьшение или исключение влияния опасных и вредных факторов на человека во время трудовой деятельности.

Электробезопасность — система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих вредное и опасное воздействие на работающих электрического тока и электрической дуги. Электробезопасность включает в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

### **3.2 Предупреждение возникновения статического электричества**

**Распознают 2 главных вида поражений электрическим током: электрические травмы, удары.**

**Электрические удары - разгромление организма электрическим током, при котором побуждение живых тканей будет сопровождаемым судорожным уменьшением мускул.**

**В зависимости от появляющихся результатов электроудары разделяют на 4 ступени:**

- а) судорожное ограничение мускул в отсутствии утраты сознания;**
- б) судорожное ограничение мускул с утратой сознания, однако с сохранившимися дыханием и работой сердца;**
- в) утрата сознания и повреждение сердечной деловитости либо дыхания;**
- г) положение медицинской гибели.**

## **К электротравмам относятся:**

- гальванический ожог - итог теплового действия электрического тока в месте контакта - гальванический символ;**
- аспецифическое разгромление кожи, выражающееся в затвердевании и омертвлении верхнего слоя - металлизация кожи;**
- введение в шкуру мелких частичек сплава, электроофтальпия, нагноение внешних оболочек око из--из-за действия ультрафиолетового излучения дуги;**

### **3.3 Главные небезопасные и производственные причины воздействующие на человека при труде с ПК**

1-ая мед содействие – ансамбль событий, нацеленных на возобновление либо хранение жизни и самочувствия потерпевшего. Одним из важных положений предложения 1 поддержки считается ее неотложность: нежели скорее она подана, тем более веры на удобный финал. Потому эту содействие вовремя имеет возможность и обязан проявить тот, кто располагаться вблизи с пострадавшим.

#### **Очередность предложения 1 поддержки:**

- высвободить потерпевшего от деяния электрического тока маршрутом отключения установки. Для филиала потерпевшего от токоведущих долей либо провода напряжением по 1000 В надлежит пользоваться канатом, дубиной, дощечкой либо каким-или иным сухим предметом, никак не проводящим гальванический ток. Оказывающий содействие никак не обязан дотрагиваться к пострадавшему в отсутствии соответствующих мер осторожности, этак как наверное щекотливо для жизни. Он обязан смотреть и из-за тем, чтоб лично никак не очутиться в контакте с токоведущей долею и перед напряжением шага;**
- для изоляции рук оказывающий содействие, в особенности ежели ему нужно тронуть тела потерпевшего, никак не закрытого одеждой, обязан одеть диэлектрические перчатки либо опутать руку шарфом, одеть на нее суконную фуражку, надеть на руку рукав пиджака либо пальтецо, набросить на потерпевшего резиновый половичок, прорезиненную материю (плащ) либо элементарно сухую материю;**
- при филиале потерпевшего от токоведущих долей рекомендовано делать одной рукою, держа вторую в кармашке либо из-за спиной;**

- найти нрав и бремя травмы, величайшую опасность для жизни потерпевшего и очередность событий сообразно его спасению;

- исполнить нужные события сообразно спасению потерпевшего в распорядке срочности (вернуть недолговечность дыхательных стезей, вести искусственного происхождения дыхание, внешний массаж сердца; приостановить кровотечение; иммобилизовать пространство перелома; отполосовать повязку и т. п.);

- помогать главные жизненные функции потерпевшего по прибытия мед труженика;

- начать быструю мед содействие либо доктора или взять меры для транспортировки потерпевшего в наиболее близкое целебное основание;

- избавление потерпевшего от деяния электрического тока в основной массе случаев находится в зависимости от быстроты избавления его от тока, а еще от быстроты и верности предложения ему поддержки. Замедление в ее подаче имеет возможность вызвать из-за собой смерть потерпевшего.

### **3.3.1 Санитарно – эпидемиологические требования к эксплуатации ПК, видеотерминалов копировально-множительных аппаратов**

Производственная санитария — система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов. Основными опасными и вредными производственными факторами являются: повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная влажность и подвижность воздуха в рабочей зоне; повышенный уровень шума; повышенный уровень вибрации; повышенный уровень различных электромагнитных излучений; отсутствие или недостаток естественного света; недостаточная освещенность рабочей зоны и другие.

### **3.4 Освещение рабочего места «Работников отдела информационной технологий»**

Верно спроектированное и сделанное производственное объяснение делает лучше условия визуальной работы, понижает астеничность, содействует увеличению производительности труда, благотворно воздействует на производственную среду, оказывая позитивное психологическое действие на работающего, увеличивает сохранность труда и понижает травматизм.

Недостаточность освещения приводит к напряжению зрения, ослабляет интерес, приводит к наступлению досрочной утомленности. Чрезвычайно колоритное освещение вызывает ослепление, недовольство и резь в очах. Неверное направление света на рабочем месте имеет возможность творить внезапные тени, блики, дезориентировать работающего. Все данные предпосылки имеют все шансы привести к несчастливому случаю либо профзаболеваниям, потому настолько главен верный расплата освещенности.

Есть 3 вида освещения: природное, искусственного происхождения, совмещенное.

Природное объяснение - объяснение помещений дневным светом, проникающим через световые просветы в внешних отгораживающих системах помещений. Природное объяснение характеризуется тем, будто изменяется в широких пределах в зависимости от медли дня, медли года, нрава области и ряда остальных причин.

Искусственного происхождения объяснение используется при труде в черное время дня и ночи и деньком, как скоро никак не получается снабдить нормированные смысла коэффициента природного освещения (облачная беспогодица, маленький световой день)[13].

### **3.5 Степень пульсации и гула на трудящихся местах**

Грохот – звуковое сомнение, разные сообразно амплитуде и частоте, усугубляет условия труда оказывая вредоносное деяние на организм человека. Работающие в критериях долгого шумового действия чувствуют раздражительность, головные боли, головокружение, понижение памяти, увеличению астеничность, снижение голода, боли в ушах и т. д. Эти нарушения в труде ряда органов и систем организма человека имеют все шансы начать нехорошие конфигурации в чувственном состоянии человека вплоть по стрессовых.

Перед действием гула снижается сосредоточение интереса, нарушаются физические функции, возникает утомление в взаимосвязи с повы-шенными энергетическими расходами и сердито-психическим напряжением, усугубляется речевая коммутация. Все наверное понижает трудоспособность человека и его деятель-ность, свойство и сохранность труда. Долгое воздей-ствие активного гула [больше 80 дБ(А)] на слух человека приводит к его выборочной либо совершенной утрате [11].

Пульсация - непростой осциллирующий процесс в широком спектре частот, появляющийся в итоге передачи колебательной энергии утилитарный от всех видов преспособления.

При организации рабочего места надлежит воспринимать все меры сообразно понижению гула:

- а) понижение гула в роднике;
- б) шумоизоляция помещений, оснащения;
- в) звукопоглощение из-за счет внедрения архитектурно-планировочных решений;
- г) неприменная гигиеническая критика устройств, оснащения, приборов особые глушители;

д) антифоны, беруши, противошумные шлемы прочерчивание подготовительных (при поступлении на работу) и периодических осмотров.

Для понижения значения гула стенки и потолок помещений, в каком месте поставлены компы, имеют все шансы существовать облицованы звукопоглощающими ма-териалами. Степень пульсации в помещениях вычислительных центров имеет возможность существовать снижен маршрутом установки оснащения на особые виброизоляторы.

Таблица 5.5.1 – Допустимые значения электромагнитных излучений

Наименование параметра	Допустимые значения
Напряженность электрической составляющей электромагнитного поля на расстоянии 50см от поверхности видеомонитора	10В/м
Напряженность магнитной составляющей электромагнитного поля на расстоянии 50см от поверхности ви-деомонитора	0,3А/м
Напряженность электростатического поля не должна превышать: для взрослых пользователей средних специальных и высших учебных заведений	20кВ/м 15кВ/м

Для снижения воздействия этих видов излучения рекомендуется применять мониторы с пониженным уровнем излучения (MPR-II, TCO-92, TCO-99), устанавливать защитные экраны, а также соблюдать регламентированные режимы труда и отдыха.

### 3.6 Противопожарная безопасность

Пожарная сохранность — положение безопасности персоны, богатства, сообщества и страны от пожаров. Снабжение пожарной сохранности считается одной из важных функций страны. Событий, нацеленных на снабжение сохранности людей, на предупреждении пожара, лимитирование его распространения, а еще творение критерий для удачного тушения пожара. Для профилактики пожара очень принципиальна верная критика пожароопасности строения, определение небезопасных причин и

фундирование методик и средств пожара предостережения и охраны. Одно из критерий снабжения пожаробезопасности - ликвидация вероятных источников воспламенения. [12]

В лаборатории источниками воспламенения имеют все шансы существовать:

- неисправное электрооборудование, поломке в
- проводке, электро розетках и выключателях;
- сломанные электроприборы;
- обогревание здания электронагревательными устройствами с раскрытыми нагревательными веществами;
- краткое замыкание в проводке;
- залетание в сооружение молнии. В неотапливаемый период во время грозы может быть залетание молнии вследствие что вероятен пожар;
- неисполнение мер пожарной сохранности и табакокурение в помещении еще имеет возможность привести к пожару.

В целях избежания пожара ведется охраннопожарный инструктаж с инженерами, работающими в лаборатории, на котором труженики знакомятся с правилами противопожарной сохранности и учатся использованию изначальных средств пожаротушения.

К средствам тушения пожаров, специализированных для локализации маленьких загораний, относятся пожарные стволы, внутренние пожарные водопроводы, огнетушители, засушливый песок, асбестовые одеяла.

В зданиях пожарные краны инсталлируются в коридорах, на площадках лестничных клеток и входов. Влага употребляется для тушения пожаров в помещениях разработчиков программного обеспечения, библиотеках, запасных и казенных помещениях. Для тушения пожаров на исходных стадиях обширно используются огнетушители.

Огнетушители - тех. прибора, уготованные для тушения пожаров в исходной стадии их происхождения. Огнетушители разделяются на



последующие главные категории: пенные, газовые, углекислотные, вида ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8;

Огнетушители пенные - предусмотрены для тушения пожаров огнетушащими пенами: хим (огнетушители ОХП) поди воздушно-механической (огнетушитель ОВП). Хим пену получают из аква растворов кислот и щелочей, воздушно-механическую образуют из аква растворов и пенообразователей потоками рабочего газа: воздуха, азота поди углекислого газа.

Огнетушители газовые к их количеству относятся углекислотные, в каких в качестве огнетушащего препарата используют сжиженный диоксид углерода (углекислоту), а еще аэрозольные и углекислотно-бромэтиловые, в качестве заряда в каких используют галоидированные углеводороды, при подаче каких в зону горения тушение начинается при условно высочайшей концентрации воздуха.

Углекислотные огнетушители выпускаются как ручные (ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8), так и передвижные (ОУ-25, ОУ-80).

Спринклерные установки считаются автоматическими огнегасительными установками с внедрением для тушения пожара распыленной воды либо воздушно-механической пены. Спринклерная аппарат водяной системы состоит из козни разветвленных трубопроводов, на каких расположены спринклерные головки. Выходное отверстие в распылительной спринклерной головке заперто легкоплавким замком с поддержкою стеклянного клапана. При увеличении температуры воздуха, нагретого огнем пожара, вследствие расплавления сплава замок распадается и высвобождает пустой клапан, чрез кой влага, падая на розетку, распыляется и орошает пылающее существо.

Сплав замка используют с температурой плавления 72, 96, 141 и 182

Ежели здания никак не отапливаются в зимний период, то инсталлируются воздухозаполненные спринклерные установки

пожаротушения. В этих системах спринклера пребывают перед давлением сжатого воздуха. После вскрытия легкоплавких замков спринклера контрольно-контрольный клапан включается и в очаг пожара поступает огнетушащее вещество.

Дренчерные установки массового действия еще состоят из разветвленных трубопроводов, оснащенных дренчерными распылительными заголовками, однако в отсутствие замков, с раскрытыми отверстиями для входа. Вывод воды прикрыт клапаном массового действия. Запуск воды для тушения пожара имеет возможность исполняться краном вручную и автоматом при срабатывании спринклеров, устанавливаемых в системе побудительного трубопровода. Самодействующий путь воды исполняется еще при срабатывании натяжных тросов с замками легкоплавкого сплава с температурой плавления традиционно 72

### **3.6.1 Пожарная сигнализация**

Пожарная сигнализация предназначена для обнаружения возгорания. Выполняет функции передачи сигналов и управления системами оповещения людей о пожаре, установками пожаротушения, другими инженерными системами.

Система оповещения предназначена для обеспечения безопасной эвакуации и предотвращения паники при пожаре и других чрезвычайных ситуациях.

Система пожарной сигнализации — совокупность технических средств, предназначенных для обнаружения пожара, обработки, передачи в заданном виде извещения о пожаре, специальной информации и (или) выдачи команд на включение автоматических установок пожаротушения и включение исполнительных установок систем против дымной защиты, технологического и инженерного оборудования, а также других устройств противопожарной защиты.

### **3.7 Охрана окружающей среды и экология**

Защита находящейся вокруг среды в Университетах характеризуется ансамблем принятых мер, которые ориентированы на предостережение негативного действия человеческой деловитости компании на находящуюся вокруг природу, будто гарантирует подходящие и безвредные условия человеческой жизнедеятельности. Беря во внимание быстрое формирование научно-тех. прогресса, перед населением земли встала непростая задачка — защита важных сочиняющих находящейся вокруг среды (территория, влага,

воздух), подверженных самому сильному засорению техногенными отходами и выбросами, будто приводит к окислению земли и воды, разрушению озонового слоя территории и климатическим переменам. Промышленная политика только решетка привела к таковым необратимым и значимым переменам в находящейся вокруг среде, будто данный вопросец (защита находящейся вокруг среды на затеи) стал общемировой

неувязкой и заставил муниципальные автоматы создать долгосрочную экологическую политику политическому деятелю сообразно творению внутригосударственного контролирования.

Главными критериями для усовершенствования экологии в стране считаются: разумное внедрение, защита и растрата запасов естественного запаса, снабжение сохранности экологии и противорадиационные меры, поднятие и создание природного мышления у народонаселения, а еще контроль над экологией в индустрии. Защита находящейся вокруг среды на затеи обозначила разряд событий для понижения значения загрязнений, вырабатываемого предприятиями:

- обнаружение, критика, неизменный контроль и лимитирование выброса вредоносных частей в атмосферу, а еще творение технологий и техники, оберегающих и сохраняющих природу и ее ресурсы;

- исследование правовых законов, нацеленных на охранные меры находящейся вокруг среды и материальное побуждение произведенных притязаний и профилактики ансамбля природоохранных событий;

- профилактика природной обстановки маршрутом выделения умышленно назначенных земель (зон);

Кроме природной сохранности объекта (защита находящейся вокруг среды на затеи) никак не наименее принципиальна и сохранность жизнедеятельности на затеи. В наверное мнение подключен ансамбль организационных компаний и технических средств для избежания негативного действия производственных причин на человека. Для истока все труженики компании слушают курс сообразно технике сохранности, кой инструктирует конкретный серьезный либо инженеры сообразно охране труда. Кроме обычной техники сохранности рабочие обязаны еще блюсти разряд верховодил сообразно тех. потребностям и нормативам компании, а

еще помогать санитарно-гигиенические общепризнанных мерок и локальный климат на рабочем месте.

## **4 БИЗНЕС ПЛАН**

### **4.1 Резюме**

Данным проектом предусматривается внедрение технологии GPON Алматинским филиалом ГЦТ «Алматытелеком» по АТС-73 г. Алматы посредством строительства магистральных и распределительных участков сетей доступа для предоставления абонентам таких телекоммуникационных услуг, как услуги телефонии, IP-TV, доступ в Интернет.

Дипломным проектом предусмотрено подключение к сети 3000 абонентов, из которых 30% желают подключить только интернет (IDnet), 60% - пакет услуг интернет + телевидение (IDnet TV), 10% - пакет услуг телефон + интернет + телевидение (ID Home).

Тарифы на подключение абонентов и ежемесячная абонентская плата представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Тарифы на подключение и абонентская плата, тг.

Наименование тарифа	IDnet	IDnet TV	ID Home
Подключение услуги	бесплатно	бесплатно	бесплатно
Средняя ежемесячная абонентская плата	3800	4600	5700

### **4.2 Расчет капитальных вложений**

Капитальные вложения, необходимые для реализации проекта, рассчитываются по формуле:

$$K_{\text{кап}} = K_{\text{об}} + K_{\text{м}} + K_{\text{пр}} + K_{\text{т}}, \quad (4.1)$$

где  $K_{\text{об}}$  – капитальные вложения на оборудование;

Км – капитальные вложения на монтаж;

Кпр – капитальные вложения на проектирование сети;

Кт – капитальные вложения на транспортные вложения;

Транспортные расходы включены в стоимость оборудования.

Капитальные вложения на оборудование составляют 4723940 тенге без учета НДС. Перечень оборудования представлен в таблицах 4.2 и 4.3.

Таблица 4.2 – Затраты на кабель

Наименование	Кол-во	Стоимость за единицу, тг.	Итого, тенге
1. ДПС-096Т16-06-10,0/0,6, м	780	400	312000
2. ДПС-024Т16-06-10,0/0,6, м	110	330	36300
3. ОПС-008Т08-7,0/0,6, м	965	160	154400
4. Вертикальный кабель Riser cable H-RACE 1625 24 волокна G657, м	122	610	74420

*Продолжение таблицы 4.2*

5 Вертикальный кабель Riser cable H-RACE 1625 16 волокон G657, м	262	515	134930
6 Вертикальный кабель Riser cable H-RACE 1625 12 волокон G657, м	674	360	242640
7 Муфта оптическая МТОК-Л6, шт	5	9600	48000
8 Абонентский кабель, УТР 5 е м,	1500	40	60000
Всего за кабель			1062690

Таблица 4.3 – Затраты на оборудование

Наименование оборудование	Кол-во, (шт)	Стоимость за единицу, тг.	Общая стоимость, тенге
1 Шкаф стационарный 19", 42U	1	94000	94000
2 OLT LTE-8ST, 8 портов SFP-xPON, 4 combo-порта 10/100/1000 mbps, встроенный коммутатор L2+, RSSI	2	16000	32000
3 Модуль SFP xPON 2.5 GE, 20км., 1 волокно	13	7500	97500
4 Кабельная сборка SC-SC для подключения LTE-8ST к стационарному кроссу, 2м.	13	500	6500
5 Стационарный кросс на 96 подключений SC/APC	1	68500	68500
6 Шина заземления 45U	1	11650	11650
7 Кросс оптический стоечный KPC-16/8-SC	9	10500	94500
8 Шкаф антивандальный 12U, 19//	3	24500	73500
9 Сплиттер PLC 1*64 SC/APC	2	85000	170000
10 Сплиттер PLC 1*32 SC/APC	6	41500	249000
11 Сплиттер PLC 1*16 SC/APC	5	24800	124000
12 Полка под сплиттеры	8	3750	30000
13 Кросс оптический на 48 портов	3	36500	109500
14 Кросс настенный KPH-8	1	5800	5800
15 ONT ECI VFocus	100	23000	2300000
16 Коробка этажная распределительная	32	1400	44800
17 Шос (drop-кабель) Kazcentrelectroprovod	100	1500	150000

Всего за оборудование:	3661250
------------------------	---------

### 4.3. Расчет стоимости монтажа

Стоимость строительно–монтажных работ по линейно–кабельным сооружениям включает:

- прокладка кабеля ВОЛС в кабельной канализации (с измерениями, с учетом всех сопутствующих материалов, за исключения кабеля, учитывается только его длина) составляет:

400 тыс. тг. за 1 км.

$400 \text{ тыс.} \times 1,855 = 742000 \text{ тг.};$

- монтаж муфт (с измерениями, с учетом всех сопутствующих материалов, за исключением муфт, учитывается только их количество) составляет 120000 тг. за 1 шт.

$120000 \times 5 = 600000 \text{ тг.};$

- монтаж стояков с КРО-2 (включая стоимость материалов, за исключением стоимости коробки) составляет 1500000 тг. за 1 км.

$1500000 \times 1,058 = 1587000 \text{ тг.};$

Виды проведенных работ и их стоимость отражены в таблице 4.4

Таблица 4.4 – Данные по стоимости монтажа

№	Наименование	Кол-во, шт., км.	Цена за ед, км., тенге	Сумма, тенге
1	Прокладка ВОЛС в колодцах	1,855	400000	742000
2	Монтаж муфт	5	120000	600000
3	Монтаж стояков с КРО-2	1,058	1500000	1587000

Итого	2929000
-------	---------

#### 4.4 Расчет капитальных вложений на проектирование сети

Расходы на проектирование рассчитывают по формуле:

$$K_{пр} = \Phi OT + O_c + H + M, \quad (4.2)$$

где  $\Phi OT$  – фонд оплаты труда;

$O_c$  – отчисления на социальные нужды;

$H$  – накладные расходы;

$M$  – расходы на материалы.

#### 4.5 Расчет затрат на материалы для проектирования сети

В ходе разработки проекта были использованы следующие материалы:

- бумага;
- картридж принтера;
- DVD диски.

Общая стоимость материалов составляет 32500 тенге. Виды материалов и их стоимость отражены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Затраты на материалы

Наименование материала	Марка	Единица измерения	Кол-во	Цена за ед., тенге	Сумма, тенге
------------------------	-------	-------------------	--------	--------------------	--------------



*Продолжение таблицы 4.5*

Бумага (Ватман)	A1	шт.	50	80	4000
Бумага писчая	A4	уп.	10	600	6000
DVD диски	DVD+R Verbatim	шт.	10	50	500
Картридж принтера	HP CN704	шт.	1	22000	22000
Итого	32500				

#### 4.6 Расходы по оплате труда

Расходы на оплату труда включают в себя затраты на основную и дополнительную заработную плату и рассчитывается по формуле:

$$\text{ФОТ} = \text{Зосн} + \text{Здоп} \quad (4.3)$$

Основная заработная плата определяется как сумма оплаты труда всех исполнителей:

$$\text{Зосн} = \sum_{i=1}^n \text{З}_i * \text{T}_i, \quad (4.4)$$

где  $\text{З}_i$  – зарплата  $i$ -го работника в день, тенге;

$\text{T}_i$  – затраты времени  $i$ -го работника, дней.

Дополнительная заработная плата составляет 10% от основной заработной платы:

$$\text{Здоп} = 0,1 * \text{Зосн}, \quad (4.5)$$

Труд разработчиков оплачивается согласно штатному расписанию. Количество исполнителей и размер месячной заработной платы представлены в таблице 4.6

Таблица 4.6 – Количество исполнителей и их заработная плата

Исполнитель	Количество, человек	Заработная плата за месяц, тенге
-------------	---------------------	----------------------------------

Инженер связи	6	900000
Руководитель проекта	1	120000
Итого	7	1020000

Стоимость человека – дня вычисляется по формуле:

$$Д = \frac{ЗПм}{Др}, \quad (4.6)$$

где ЗПм – заработная плата за месяц, тенге;

Др – среднемесячное количество дней.

Среднемесячное количество дней – 22.

Для инженера  $T = \frac{150000}{22} = 6800$  тенге,

Для руководителя проекта:  $T = \frac{120000}{22} = 5500$  тенге.

На основе данных стоимости одного человека дня и продолжительности выполнения каждого этапа рассчитываем затраты на оплату труда для каждой категории работников (таблица 4.7).

Таблица 4.7 – Трудозатраты

Исполнитель	Дневная зарплата, тенге	Количество дней	Сумма, тенге
Инженер	6800	140	952000
Руководитель проекта	5500	140	770000

Основная заработная плата определяется как сумма оплаты труда всех разработчиков:

$$Z_{\text{осн}} = \sum_{i=1}^n (Z_i * T_i) = (925000 * 6) + 770000 = 6482000 \text{ тенге ,} \quad (4.7)$$

Дополнительная заработная плата составляет 10% от основной заработной платы:

$$Z_{\text{доп}} = 0,1 * Z_{\text{осн}} = 0,1 * 6482000 = 648200 \text{ тенге ,} \quad (4.8)$$

Суммарный фонд оплаты труда (ФОТ) составит:

$$\text{ФОТ} = 6482000 + 648200 = 7130200 \text{ тенге.}$$

#### **4.7 Расчет социальных отчислений**

В соответствии со статьей 386 Налогового кодекса РК социальный налог составляет 11% от начисленных доходов и рассчитывается по формуле:

$$O_c = 0,11 * (\text{ФОТ} - \text{ПО}) , \quad (4.9)$$

где ПО – отчисления в пенсионный фонд;

ФОТ – фонд оплаты труда;

0,11 – ставка на социальные нужды.

Отчисления в пенсионный фонд составляют 10% от ФОТ, социальным налогом не облагаются и рассчитываются по формуле:

$$\text{ПО} = 0,1 * \text{ФОТ} , \quad (4.10)$$

$$\text{ПО} = 0,1 * 7130200 = 713020 \text{ тенге}$$

Тогда социальный налог будет равен:

$$O_c = 0,11 * (7130200 - 713020) = 705890 \text{ тенге.}$$

#### **4.8 Расчет накладных расходов**

Накладные расходы составляет 70% от общей суммы понесенных расходов и рассчитываются по формуле:

$$H = 0,7 * (\text{ФОТ} + O_c) , \quad (4.11)$$

И составляют:

$$H = 0,7 * (7130200 + 705890) = 5485263 \text{ тенге.}$$

Общая сумма капитальных вложений на проектирование в соответствии с формулой (4.4) и расчетами составляет:

$$K_{пр} = 7130200 + 705890 + 5485263 = 13321353 \text{ тенге.}$$

Результаты расчетов затрат по проектированию сети представлены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Капитальные вложения по проектированию сети

Показатель	Сумма, тенге
ФОТ, тенге	7130200
Отчисления на социальные нужды, тенге	705890
Накладные расходы, тенге	5485263
Итого	13321353

Общая сумма капитальных вложений на реализацию проекта в соответствии с произведенными расчетами и согласно формуле (4.1) составят:

$$K_{кап} = 4723940 + 2929000 + 13321353 = 20938293 \text{ тенге.}$$

#### 4.9 Эксплуатационные издержки

Текущие затраты на эксплуатацию определяются по формуле:

$$Эр = \text{ФОТ} + \text{Ос} + \text{Ао} + \text{Э} + \text{Н} , \quad (4.12)$$

где ФОТ – фонд оплаты труда;

Ос – отчисления на социальные нужды;

Ао – амортизационные отчисления ;

Э – электроэнергия для производственных нужд;

Н – накладные затраты.

Стоимость поддержки сетевых устройств состоит из следующих составляющих:

а) Заработная плата администратора.

Поддерживать устройства будет системный администратор. Вычислим его годовую зарплату, исходя из таблицы 4.9:

Таблица 4.9 – Исходные данные по заработной плате специалиста

Наименование показателя	Сумма (тг.), кол-во
1 Часовая ставка системного администратора, тенге/час, Ос	700
2 Продолжительность рабочего дня, час, t	8
3 Количество рабочих дней в году, Кр	265
4 Число специалистов, Ч	12
5 Коэффициент дополнительной заработной платы, %, Кд	15

Рассчитывается по формуле:

$$ZpA = (Oс * t * Kp) * Ч * (1 + Kд) \quad (4.13)$$

Согласно формуле (4.13), заработная плата администратора составит:

$$ZpA = (700 * 8 * 265) * 12 * (1 + 0,15) = 34711600 \text{ тенге.}$$

б) Социальные отчисления.

Согласно формуле (4.10) пенсионные отчисления будут равны:

$$ПО = 34711600 * \frac{10\%}{100\%} = 3471160 \text{ тенге.}$$

Согласно формуле (4.9), социальный налог составит:

$$O_c = 0.11 * (34711600 - 3471160) = 3436448 \text{ тенге.}$$

в) Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$\text{Зэл.эн.} = W * T * S, \quad (4.14)$$

где  $W$  – потребляемая мощность, (110 кВт);

$S$  – стоимость киловатт часа электроэнергии, (14,36);

$T$  – время работы оборудования.

С учетом 24-часовой непрерывной работой оборудования и количество часов работы за год составит:

$$T = 24 * 365 = 8760$$

В соответствии с формулой (4.14) расходы на электроэнергию составят (расчетный период):

$$\text{Зэл.эн.} = W * T * S = 110 * 8760 * 14,36 = 13837296 \text{ тенге.}$$

г) Амортизационные отчисления берутся исходя из того, что норма амортизации на оборудование связи составляет 10% и вычисляются по следующей формуле:

$$A_o = N_a * \sum K, \quad (4.15)$$

где  $N_a$  – норма амортизации;

$\sum K$  – стоимость оборудования;

Тогда амортизационные отчисления составят:

$$A_o = N_a * \sum K = 0,1 * 20938293 = 2093829 \text{ тенге.}$$

д) Накладные расходы составляют 2 % от всех затрат и рассчитываются по формуле:

$$N = 0,02 * \text{ФОТ}, \quad (4.16)$$

Тогда накладные затраты составят:

$$N = 0,02 * 34711600 = 6942320 \text{ тенге.}$$

Таким образом, эксплуатационные издержки составят:

$$\text{Э} = 34711600 + 3436448 + 2093829 + 13837296 + 6942320 = 61021493 \text{ тг}$$

Таблица 4.10 – Годовые эксплуатационные расходы

1 Показатель	Сумма, тенге	%
2 ФОТ	34711600	56.88
3 Отчисления на социальные нужды (Ос)	3436448	5.63
4 Амортизационные отчисления (Ао)	2093829	3.43
5 Затраты на электроэнергию	13837296	22.68
6 Накладные расходы (Н)	6942320	11.38
Итого:	61021493	100,00

#### 4.10 Оценка экономической эффективности внедрения сети.

Расчет доходов от предоставляемых услуг на планируемый период представлен в таблице 4.11. Расчет выполнен на основе данных о приросте абонентов и тарифах абонентской платы.

$$Дм = n * Ап * \% , \quad (4.17)$$

$$Дг = Д * 12 , \quad (4.18)$$

где Дм – Доход от услуги в месяц,

n – количество абонентов,

Ап – ежемесячная абонентская плата,

% - процент предпочтения абонентов,

Дг – Доход от услуги в год.

$$Дм = 3000 * 3800 * 30\% = 3420000 \text{ тенге.};$$

$ДГ = 3420000 * 12 = 41040000$  тенге (IDnet);

$ДМ = 3000 * 4600 * 60\% = 8280000$  тенге;

$ДГ = 8280000 * 12 = 99360000$  тенге (IDnet Tv);

$ДМ = 3000 * 5700 * 10\% = 1710000$  тенге;

$ДГ = 1710000 * 12 = 20520000$  тенге (ID Home).

Итого в год доходы составят:

$ДГ = 41040000 + 99360000 + 20520000 = 160\,920\,000$  тенге

Таблица 4.11 – Доходы от предоставления услуг, тыс. тенге

Год/ Наименование показателя	Средняя ежемесячная абонентская плата			Итого в год, тыс. тг
	IDnet	IDnet Tv	ID Home	
2014	41040,0	99360,0	20520,0	160920,0
2015	41040,0	99360,0	20520,0	160920,0
2016	41040,0	99360,0	20520,0	160920,0
2017	41040,0	99360,0	20520,0	160920,0
2018	41040,0	99360,0	20520,0	160920,0
Итого: 804600,0				

Оценка эффективности от реализации проекта производится на основе коэффициента абсолютной экономической эффективности капитальных вложений по формуле:

$$E_a = (Д - Э)/К = П/К, \quad (4.19)$$



где Д – доход от основной деятельности;

Э – эксплуатационные издержки;

П – чистая прибыль.

Прибыль от реализации услуг определяется по формуле:

$$\text{ЧП} = \text{П} - \text{КПН}, \quad (4.20)$$

где П – прибыль;

КПН – корпоративный подоходный налог;

$$\text{П} = \text{Д} - \sum \text{Э}, \quad (4.21)$$

где Д – реальный доход от внедрения услуг в год,

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

Сумма налога в бюджет составляет 20% от общей прибыли предприятия. Корпоративный подоходный налог рассчитывается по формуле:

$$\text{КПН} = 0,2 * \text{П}, \quad (4.23)$$

$$\text{КПН} = 0,2 * (160920000 - 61021493) = 19979701 \text{ тенге}$$

Прибыль от реализации в соответствии с формулой (4.21) составит:

$$\text{П} = 160920000 - 61021493 = 99898507 \text{ тенге.}$$

Тогда чистая прибыль после налогообложения в соответствии с формулой (4.21) составит:

$$\text{ЧП} = 99898507 - 19979701 = 79918806 \text{ тенге.}$$

Коэффициент абсолютной эффективности составит:

$$E_a = (160920000 - 5292232) / 20938293 = 7.43$$

Таблица 4.12 – Показатели эффективности без учета дисконтирования

Наименование показателя	Годы
-------------------------	------

	0	1	2
1 Доходы, тенге	-	160920000	160920000
2 Эксплуатационные расходы, тенге	-	61021493	61021493
3 Прибыль, тенге	-	99898507	99898507
4 Чистая прибыль, тенге	-	79918806	79918806
5 Амортизация, тенге	-	468794	468794
6 Чистый денежный поток, тенге	-	80387600	80387600
7 Капитальные вложения, тенге	20938293	-	-
8 Чистые поступления, тенге	59449307	59449307	139836907

Срок окупаемости проекта составил:

$$T = K / П;$$

$$T = 20938293 / 59449307 = 4 \text{ месяца.}$$

#### 4.11 Вывод

Общая сумма капитальных вложений, необходимых для реализации проекта, составила 20938293 тенге. Наибольшую долю в общей сумме инвестиций занимают капитальные вложения на проектирование – 13321353 тенге или 63.3 %.

Срок окупаемости проекта составил 4 месяца.

Коэффициент экономической эффективности составил 7.43.

Таблица 4.13 – Показатели эффективности реализации внедрения технологии PON в ГЦТ «Алматытелеком».

Показатели	Значения
------------	----------

Капитальные вложения, тг.	20938293
Доходы, тг.	160920000
Эксплуатационные издержки, тг.	61021493
Прибыль, тг	99898507
Коэффициент эффективности	7.43
Срок окупаемости, мес.	4

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сегодня с уверенностью можно сказать, что технология GPON не только идет в ногу со временем, но и во многом опережает его, расширяя границы возможного. Новый стандарт скоростей позволит постоянно пополнять пакет предоставляемых услуг. Ресурсы технологии позволяют говорить о перспективах разработки и внедрения множества других услуг для лучшего качества жизни.

GPON стремительно развивается в США, Японии, Корее, России и в ряде европейских стран как наиболее перспективная технология доступа.

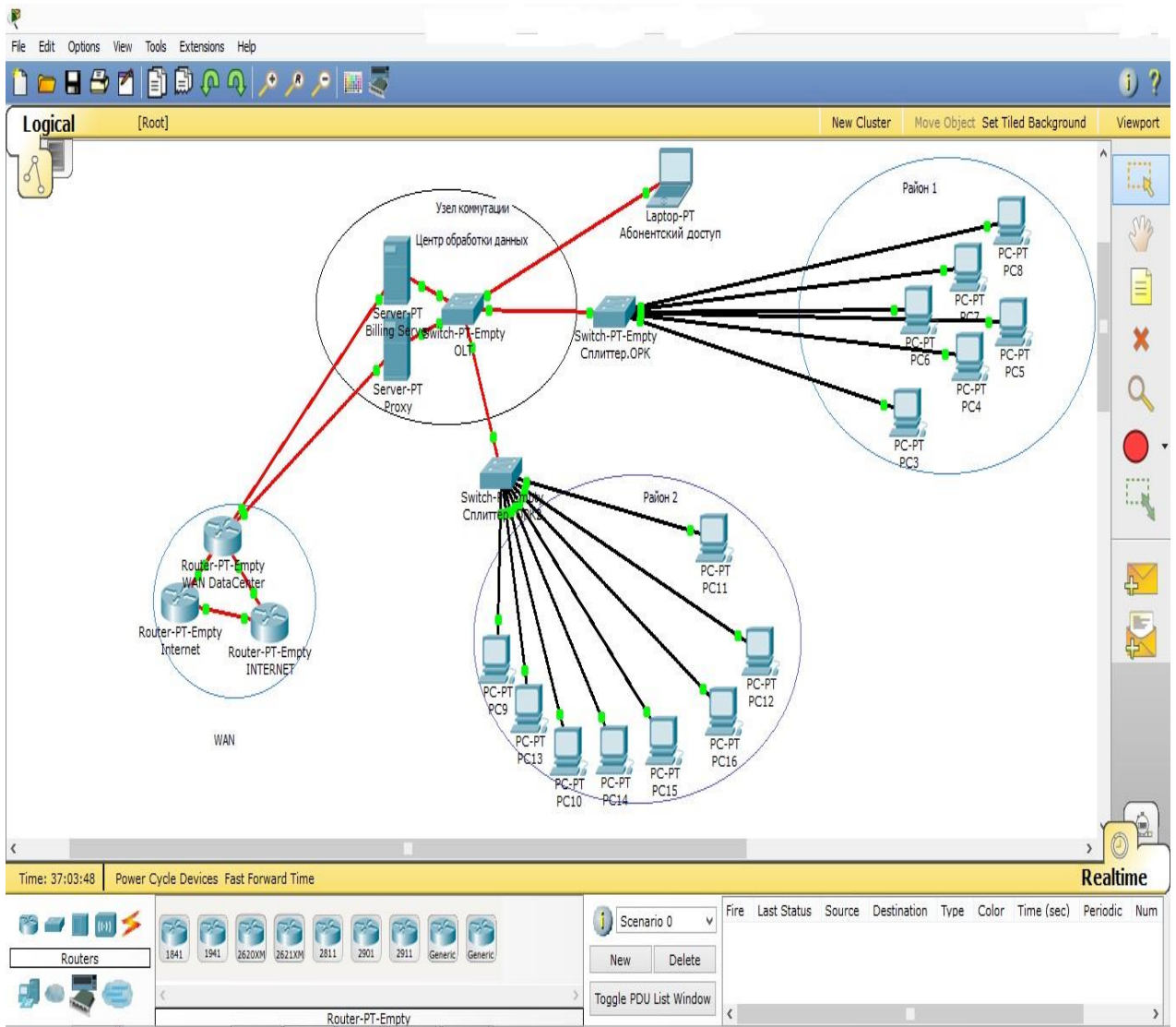
Казахстан пока отстает по процентным показателям охвата, однако динамика развития соответствует мировым тенденциям. В крупных казахстанских городах, таких как Шымкент, Караганда и другие, количество абонентов исчисляется десятками тысяч, а в Алматы и Астане – сотнями тысяч человек

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

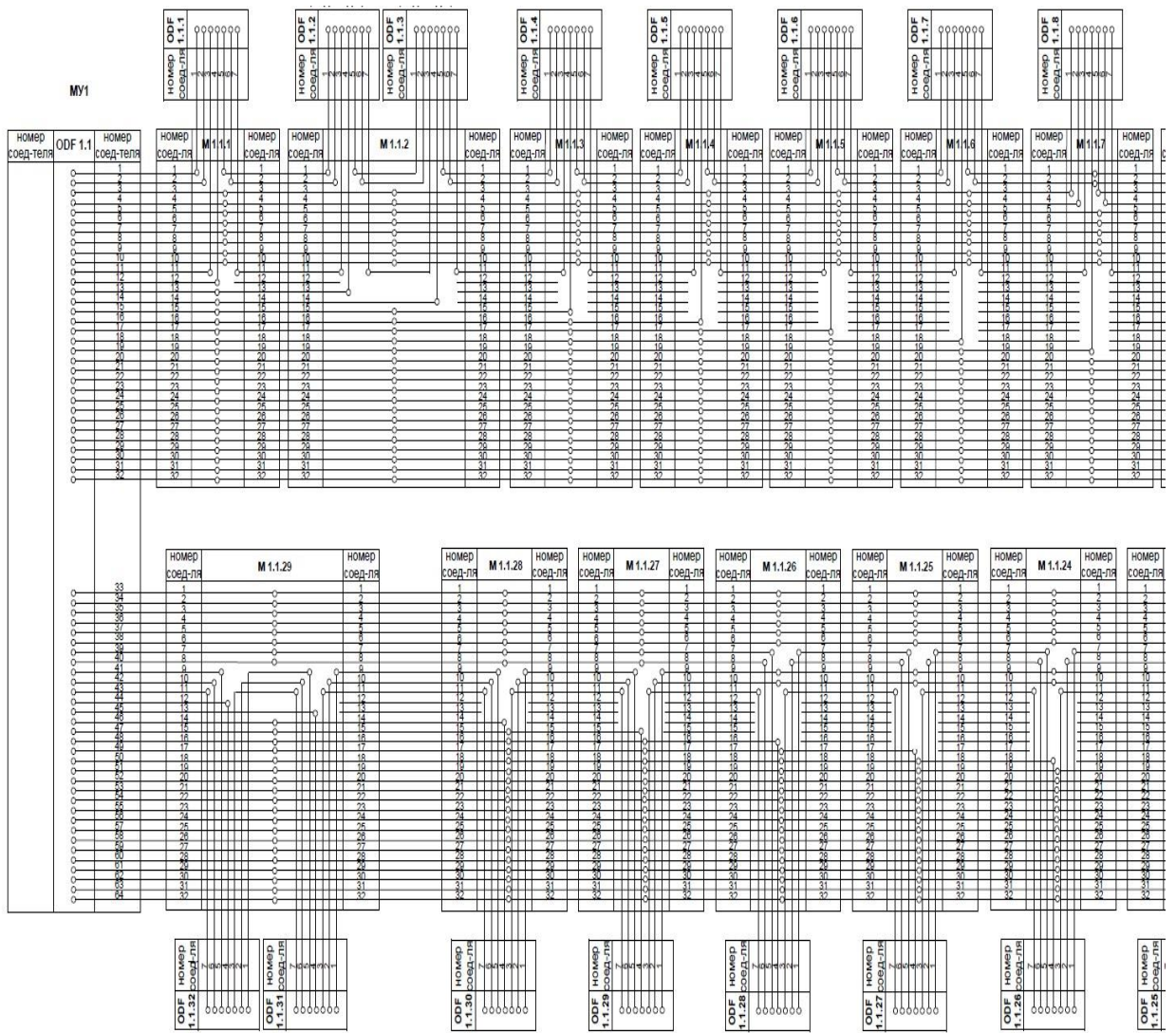
1. РД 45.120-2000 Нормы технологического проектирования. Городские и сельские телефонные сети. – М.: ЦТНИ «ИНФОРМСВЯЗЬ», 2000.
2. Величко М.В. Технологии строительства сетей доступа//LIGHTWAVE Russian edition. – 2005. - №3. – С.31 – 33.
3. Горлов Н.И., Микиденко А.В, Минина Е.А. Оптические линии связи и пассивные компоненты ВОСП. Учебное пособие/ Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики. – Новосибирск, 2003. -154с.
4. Петренко И.И., Убайдуллаев Р.Р. Пассивные оптические сети PON. Часть 1. Архитектура и стандарты//LIGHTWAVE Russian edition. – 2004. - №1. – С.22 – 28.
5. Петренко И.И., Убайдуллаев Р.Р. Пассивные оптические сети PON. Часть 3. Проектирование оптимальных сетей//LIGHTWAVE Russian edition. – 2004. - №3. – С.21 – 28.
6. Строительство и техническая эксплуатация волоконно-оптических линий связи. Под редакцией Б.В.Попова -М. «Радио и связь»-1995.-198с.
7. А.Д. Ионов «Волоконно-оптические линии передачи», учебное пособие, Новосибирск, 2003.- 150с
8. Никитин А.В., Никульский И.Е., Филипов А.А. Особенности внедрения PON на сети оператора занимающего существенные рыночные позиции // Вестник связи. – 2009. – №4. – С. 18 – 23.
9. Еркешева З.Д., Боканова Г.Ш. Методические указания к выполнению экономической части дипломных работ для студентов специальности 5В070400 – «Вычислительная техника и программное обеспечение». – Алматы: АУЭС, 2014.

10. Экономика предприятия. / Под ред. Горфинкела В.Я., Швандара В.А. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Юнити, 2007.
11. Дюсенбаева М.К., Борисов В. Н., Арестова В.В. Энергетика и окружающая среда (учебное пособие).- Алматы: АЭИС, 1992.-55стр.
12. Охрана окружающей среды: Учебник для технических вузов/ Под ред. Белова С. В. 2-е изд., испр. И доп. – Москва: Высшая школа, 1991 г.
13. Кошулько Л.П., Суляева Н.Г., Генбач А.А. Производственное освещение. – Алма-Ата: Министерство народного образования Казахской ССР, 1989.
14. <http://www.ocs01.ru>
15. <http://ssd.ru>
16. <http://www.velcom-s.ru>
17. <http://www.raycom-w.ru/catalog-optic/>

## **ПРИЛОЖЕНИЕ А**



## ПРИЛОЖЕНИЕ Б



## ПРИЛОЖЕНИЕ В

