

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(**Н И У « Б е л Г У »**)

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
Кафедра информационно-телекоммуникационных систем и технологий

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕТИ АБОНЕНТСКОГО ДОСТУПА
В РАЙОНЕ БЕНГЕЛА Г. БЕНГЕЛА РЕСПУБЛИКИ АНГОЛА**

Выпускная квалификационная работа студента

очной формы обучения
направления подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
4 курса группы 07001208
Оматени Этелвину Сержиу Кутекила

Научный руководитель
ст. преподаватель кафедры
Информационно-телекоммуникационных
систем и технологий
НИУ «БелГУ» П.Г. Лихолоб

Рецензент
Инженер электросвязи участка
систем коммутации №1 г. Белгорода Белгородского
филиала ПАО «Ростелеком» Поваляева И. И.

БЕЛГОРОД 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБЪЕКТА	6
1.1 Инфраструктура микрорайона районе Бенгела г. Бенгела республики Ангола	6
1.2 Исходные данные к проекту	11
2 ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЕНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ В РАЙОНЕ БЕНГЕЛА Г. БЕНГЕЛА РЕСПУБЛИКИ АНГОЛА	14
2.1 Основные проводные технологии организации связи	17
2.2 Оборудование производителей технологии PON	33
3 РАСЧЁТ НАГРУЗОК ПРОЕКТИРУЕМОЙ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ	43
3.1 Расчет межстанционных нагрузок	43
3.2 Расчет трафика проектируемой МСС	47
3.3 Расчет предполагаемых нагрузок проектируемой мультисервисной сети связи	50
4 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ И ЛИНЕЙНО-КАБЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ СВЯЗИ ПРОЕКТИРУЕМОЙ СЕТИ АБОНЕНТСКОГО ДОСТУПА В РАЙОНЕ БЕНГЕЛА Г. БЕНГЕЛА РЕСПУБЛИКИ АНГОЛА	53
4.1 Выбор оборудования уровня доступа	53
4.2 Расчет оптического бюджета	54
5 РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПОСТРОЕНИЮ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ СЕТИ АБОНЕНТСКОГО ДОСТУПА В РАЙОНЕ БЕНГЕЛА Г. БЕНГЕЛА РЕСПУБЛИКИ АНГОЛА	66

6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА	69
6.1 Оценка капитальных вложений в проект	69
6.2 Калькуляция эксплуатационных расходов	72
6.3 Определение тарифных доходов	77
6.4 Определение оценочных показателей проекта	78
7 ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЕКТА	82
7.1 Линейные сооружения	82
7.2 Требования к производственным помещениям, жилым и подсобным фургонам	83
7.3 Организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ	84
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	86
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	87

ВВЕДЕНИЕ

Современное общество характеризуется постоянным возрастанием объемов информации, которая хранится и передается на расстояние. Очевидно, что сегодня на всех этапах жизнедеятельности общества происходит использование информационного обмена. Быстродействие работы элементов используемой информационно-телекоммуникационной системы влияет на качество осуществляемого процесса, а значит, и на скорость развития современного общества. Это приводит к тому, что современное общество предъявляет все более высокие требования к применяемым телекоммуникационным сетям связи. В частности, развитие и качество функционирования современных крупных организаций зависит от того, способна ли существующая телекоммуникационная сеть связи удовлетворить ее потребности в надежной и быстрой передаче информации.

Одним из основных аспектов развития современных инфокоммуникационных сетей связи является совершенствование технологий с целью увеличения объемов и качества услуг связи. Другим немаловажным аспектом является развитие систем, направленное на внедрение и конвергенцию новых технологий.

В современных мультисервисных сетях связи одним из наиболее популярных видов услуг является широкополосный доступ к глобальной сети Internet. Переход к широкополосным сетям связи обусловлен тем, что скорости передачи данных узкополосных сетей не превышают 2,048 Мбит\с. Такие скорости не способны удовлетворить потребности современных пользователей в получении качественных телекоммуникационных услуг.

Наряду с возможностью предоставления высокоскоростной передачи данных, широкополосные сети абонентского доступа позволяют предоставлять пользователям ряд дополнительных услуг, в частности, услуг IPTV и видеонаблюдения.

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		1

В настоящее время в районе Бенгела г. Бенгела республики Ангола отсутствует качественная мультисервисная сеть связи. Поэтому сегодня не все жители районе Бенгела г. Бенгела республики Ангола могут получать качественные телекоммуникационные услуги. В частности, не все могут получить высокоскоростной доступ к сети Интернет или качественные мультисервисные услуги. Таким образом, проектирование мультисервисной сети связи в районе Бенгела г. Бенгела республики Ангола.

Целью данной работы является разработка проекта сети связи, осуществляющей предоставление МСУС жителям районе Бенгела г. Бенгела республики Ангола. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) провести анализ инфраструктуры районе Бенгела г. Бенгела республики Ангола;
- 2) определить принцип построения мультисервисной сети связи районе Бенгела г. Бенгела республики Ангола;
- 3) рассчитать объем нагрузок на участках проектируемой сети связи;
- 4) выбрать телекоммуникационное оборудование для проектируемой сети связи;
- 5) оценить технико-экономические показатели проекта;

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

1 ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБЪЕКТА

1.1 Инфраструктура микрорайона районе Бенгела г. Бенгела республики Ангола

Исторически для решения проблем, связанных с развертыванием СТС, использовались специальные подходы и устанавливалось специализированное оборудование. Низкая телефонная плотность и неравномерное распределение абонентов по территории привели к необходимости использования на СТС станций малой емкости и к строительству межстанционных линий большой длины при малом числе линий в пучках. Кроме того, была учтена большая протяженность абонентских линий (АЛ).

Вышеперечисленные особенности сказались также на структуре сети в целом. Из-за большой территории, охватываемой одной СТС, непосредственное включение всех АЛ в одну или несколько станций, расположенных в райцентре, экономически не оправдано. Поэтому на СТС применяют районирование и узлообразование с различной степенью децентрализации станционного оборудования.

На СТС различают станции следующих видов: центральные (ЦС), узловые (УС) и оконечные (ОС). Центральная станция, расположенная в райцентре, является основным коммутационным узлом СТС и одновременно выполняет функции телефонной станции райцентра. В узловые станции, расположенные в любом населенном пункте сельского района, включаются соединительные линии от оконечных станций, отнесенных к одному узловому району. Оконечные станции расположены в любом из населенных пунктов сельского района. Соединительные линии от ОС в зависимости от способа построения сети включаются в ЦС или УС. Варианты построения сельских телефонных сетей приведены на рисунке 1.2.

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

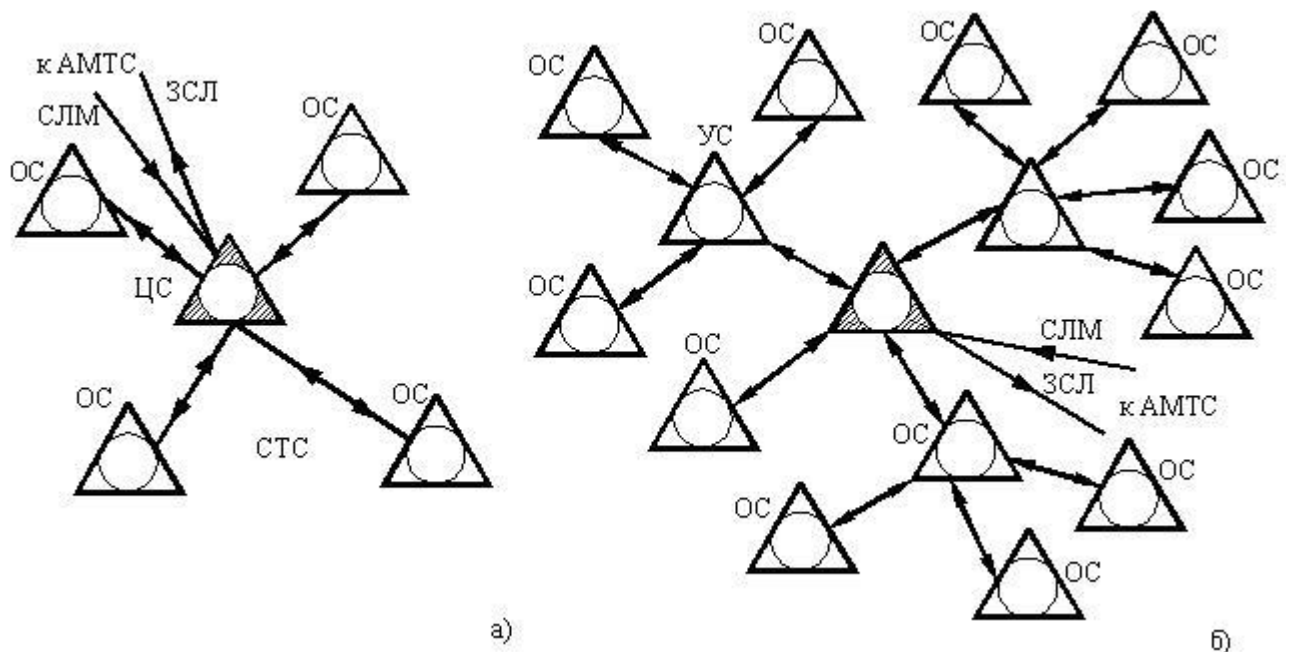


Рисунок 1.1 - Схемы построения СТС: а) радиальная, б) радиально-узловая

При радиальном способе построения сети все ОС включаются непосредственно в ЦС. При этом обеспечивается минимальное затухание телефонного тракта между абонентами разных станций, упрощается станционное оборудование и ускоряется процесс установления соединения.

При радиально-узловом принципе построения оконечные станции подключаются к ближайшим УС. Этот способ позволяет укрупнить пучки соединительных линий с целью лучшего их использования и применяется при условии технико-экономической целесообразности узлообразования.

На реальных сетях рассмотренные способы обычно комбинируются в зависимости от конкретных условий: размещения станций на территории района, его площади, емкости станций. Кроме того, для повышения использования СЛ было предложено использовать линии двустороннего действия; увеличить нормы допустимых потерь сообщения по сравнению с нормами потерь на ГТС; использовать одни и те же линии для установления как местных, так и междугородных соединений.

Традиционные варианты построения телефонных сетей в районах с малой абонентской емкостью имеют ряд недостатков:

- во-первых, требуется использование специализированного оборудования;
- во-вторых, необходима дополнительная разработка систем сигнализаций для работы по СЛ (двунаправленным);
- в-третьих, ограниченная емкость используемых станций провоцирует слабую масштабируемость сети.

Кроме того, из-за большой протяженности соединительных и абонентских линий для поддержания уровня передаваемых сигналов требуется установка дополнительного линейного оборудования.

Все перечисленные недостатки и особенности привели к тому, что телефонизация сельской местности производилась низкими темпами и не была завершена. В современных условиях с внедрением IP-технологии у операторов появляется новый шанс использовать оборудование NGN для телефонизации районов с малой абонентской плотностью. Преимущества и недостатки внедрения концепции NGN в данном случае представляют большой интерес с практической точки зрения и должны быть рассмотрены подробнее.

Применение концепции NGN при построении телефонных сетей предполагает наличие сети доступа с установленными на ней абонентскими шлюзами. Данное обстоятельство позволяет использовать на мультисервисной сети аналоговые абонентские терминалы. Вообще, построение сетей NGN для телефонизации районов с малой абонентской плотностью предполагает использование структуры, схожей с радиально-узловой схемой построения СТС. Только в качестве конечных станций предполагается использовать абонентские шлюзы большой емкости. Затем шлюзы будут подключаться к оборудованию Softswitch, исполняющему роль центральной станции (рисунок 1.2).

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

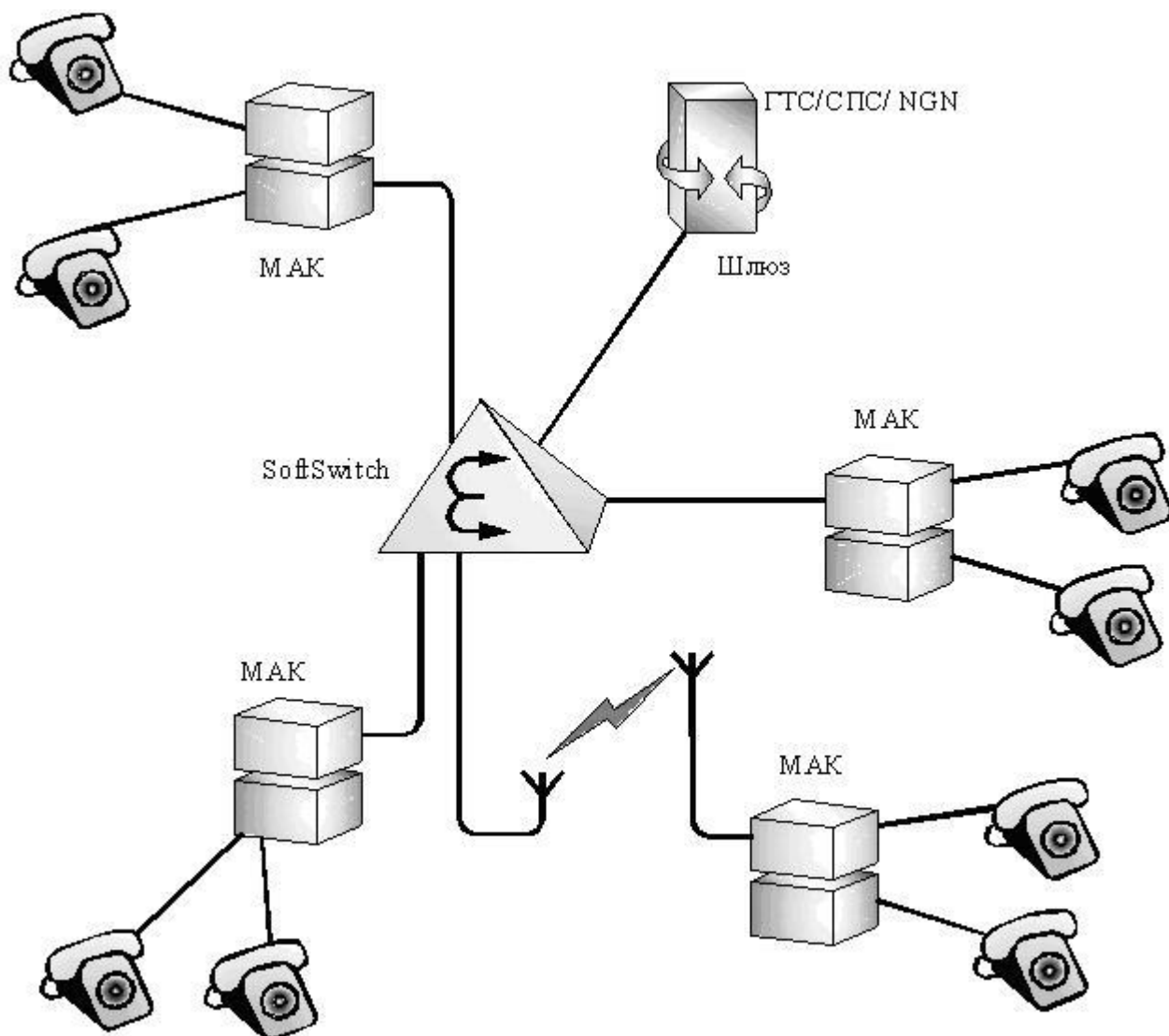


Рисунок 1.2 – Телефонизация районов с малой абонентской плотностью

При таком варианте построения конечные пользователи будут иметь доступ ко всем услугам, реализованным на Softswitch, а также возможность выхода в другие телекоммуникационные сети. Доступ к сетям будет осуществляться при помощи граничных устройств (шлюзов IP-телефонии, SBC и др.). Установка абонентских шлюзов позволит предоставлять абонентам не только традиционные услуги телефонной связи, но и при необходимости весь пакет Triple Play. Еще одним важным дополнением является возможность замыкания внутреннего трафика на абонентских шлюзах. Аварии на линии или недоступность управляющего оборудования не повлияют на установление соединений внутри объекта, т.е. абоненты, включенные в один МАК, смогут

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.176.ПЗВКР

Лист

6

продолжать общаться друг с другом. В этом случае пропадет только возможность активации дополнительных услуг, реализованных на Softswitch.

Важной задачей при проектировании и построении таких сетей является выбор транспортной технологии. Большие расстояния между объектами и значительная протяженность СЛ требуют использования специализированных систем для передачи трафика.

Для концепции NGN в большей степени подходит использование технологий, позволяющих передавать IP-трафик на значительные расстояния при поддержке достаточной ширины канала. Оптимальным решением в этом случае станет использование технологии SHDSL и WiMAX.

Применение SHDSL-модемов позволяет передавать трафик Ethernet на расстояния порядка 10 км со скоростью до 2,3 Мбит/с по одной медной паре, что идеально подходит для подключения удаленных объектов с малой абонентской емкостью (поселков, сельских школ и т.д.). Одновременное использование нескольких SHDSL - модемов позволит увеличить ширину канала до необходимой величины.

Для подключения труднодоступных объектов или в условиях, когда прокладка кабеля невозможна или сильно затруднена, наиболее приемлемым выходом является использование беспроводной технологии WiMAX. Данное решение позволяет обеспечить беспроводный интерфейс для передачи данных со скоростью до 4 Мбит/с на расстояния в пределах десятков километров.

Несмотря на все преимущества приведенного решения, в нем достаточно четко просматриваются и свойственные ему недостатки. Во-первых, достаточно большая емкость абонентских шлюзов остается незадействованной на объектах с малым числом пользователей, в связи с чем падает экономическая эффективность всей сети в целом.

Во-вторых, большие абонентские концентраторы требуют установки в специализированных помещениях или уличных шкафах, что повышает стоимость их установки и эксплуатации, и все это на фоне отсутствия таких

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

помещений в поселках.

В-третьих, большая протяженность АЛ создает дополнительные сложности при подключении пользователей территориально разнесенного объекта (поселка, большого по площади предприятия и т. д.) к единому МАК.

Таким образом, при телефонизации районов с малой абонентской плотностью необходимо первоначально определить тип оборудования, которое будет установлено на сети, в соответствии с особенностями, присущими данным объектам. От сделанного выбора зависит экономическая целесообразность проекта, а также длительность развертывания и настройки проектируемой сети.

1.2 Исходные данные к проекту

Высокие темпы роста экономического развития Анголы в последние годы были обусловлены ростом нефтяного сектора и высокими мировыми ценами на нефть. На добычу нефти приходится примерно 85% от ВВП. Увеличение добычи нефти обеспечивало экономический рост в среднем более чем на 15% в год с 2004 г. по 2007 г. Глобальный экономический спад и снижение цен привели к сокращению ВВП в 2009 г. Большая часть инфраструктуры страны по-прежнему повреждена или неразвита из-за 27-летней гражданской войны. Миллионы мин остаются в земле, и многие фермеры отказываются возвращаться на свои поля. В результате основную массу пищевых продуктов в страну приходится импортировать. С 2005 г. правительство использует миллиарды долларов в виде кредитных линий от Китая, Бразилии, Португалии, Германии, Испании и ЕС по восстановлению государственной инфраструктуры Анголы. Хотя потребительская инфляция снизилась с 325 % в 2000 г. до менее 13 % в 2008 г., стабилизационная политика оказалась несостоятельной и Анголе пришлось отказаться от привязки валюты в 2009 г. Ангола стала членом ОПЕК

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

в конце 2006 г., и в конце 2007 г. были назначены квоты добычи на 1,9 млн баррелей в день. Это меньше, чем правительство Анголы рассчитывало (2-2.5 млн баррелей). В ноябре 2009 г. МВФ объявил о выделении кредита 1,4 млрд \$ США, направленного на восстановление международных резервов. Коррупция, особенно в добывающих отраслях промышленности, является серьезной проблемой. Чтобы воспользоваться своими богатыми ресурсами — залежами золота и алмазов, обширными лесами, изобилующими рыбой водами Атлантики и большими запасами нефти, — Анголе потребуется обеспечить выполнение мирного соглашения и реформировать правительственную политику.

На рисунке 1.3 представлена схема районе Бенгела г. Бенгела республики Ангола:

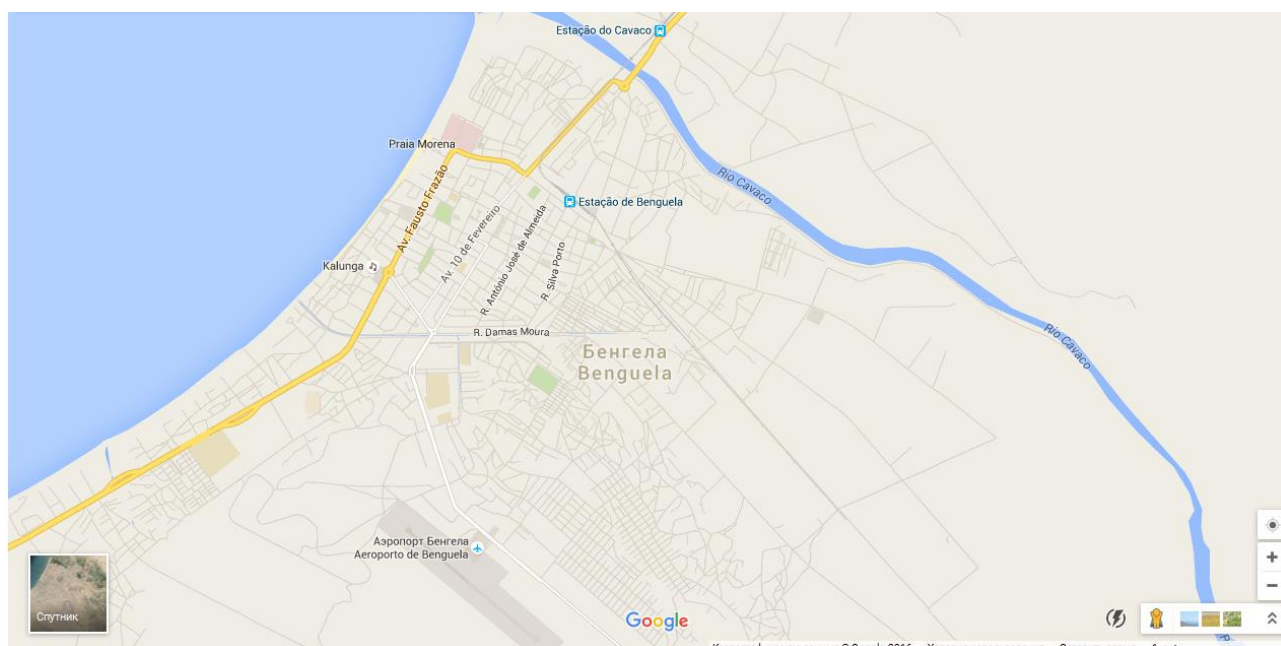


Рисунок 1.3 – Схема района Бенгела г. Бенгела республики Ангола

Района Бенгела — это комплекс малоэтажных домов предназначенных для проживания и отдыха.

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Таблица 1.1 – Население района Бенгела г. Бенгела республики Ангола

Количество этажей	Кол-во домов	Кол-во подъездов	Количество квартир на этаже	Кол-во квартир	Кол-во абонентов
10	5	1	4	40	200
8	4	2	4	96	384
7	6	7	2	98	588
6	3	2	3	36	108
5	5	3	5	30	150
4	7	4	4	80	560
3	2	6	2	72	144
2	8	5	2	20	160
1	80	1	3	3	240
Итого					2534

Возраст проживающих: до 14 лет: 43.2 % ; 15-64 года: 54.1 %; старше 65 лет: 2.7. Жители города Бенгела получают доступ к сети Интернет как по беспроводным, так и по проводным каналам связи. Причем, наряду с медными линиями на территории г. Бенгела можно использовать и волоконно-оптические линии.

2 ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЕНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ В

Fiber- To- The X (оптическое волокно до точки X) - это технология, которая описывает совместный доступ к организации кабельной инфраструктуры сети, в которой доходит оптоволокно до определенного места подключения, а после, до абонента с помощью подключения медным кабелем. Следовательно, технология FTTx относится к физическому уровню. К технологии FTTx входят следующие виды архитектур:

- FTTH (Fiber to the Home) - волокно до дома;
- FTTB (Fiber to the Building) - волокно до здания;
- FTTC (Fiber to the Carb) - волокно до микрорайона, квартала или группы домов;
- FTTN (Fiber to the Node) - волокно до сетевого узла.

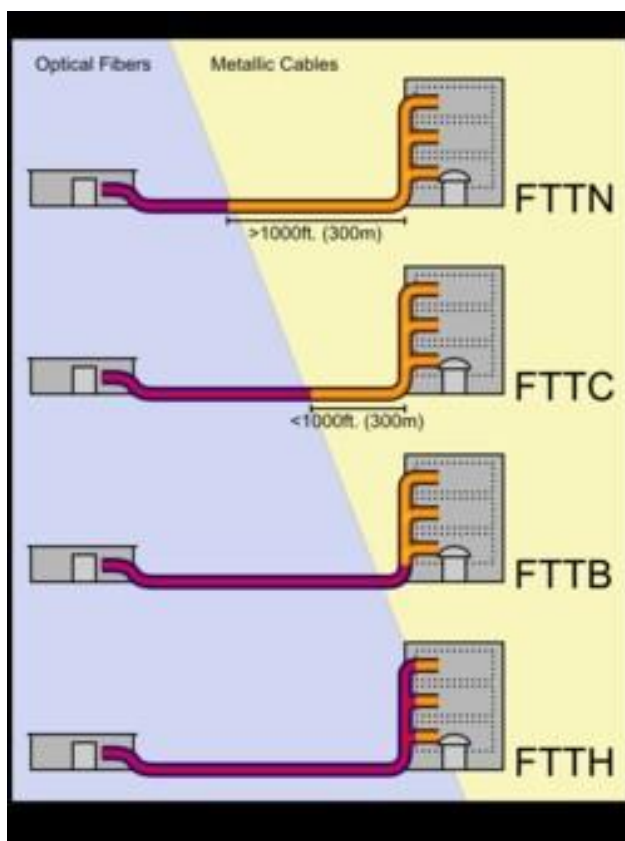


Рисунок 2.1 – Технологии FTTx

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Отличие этих технологии заключается в том, что насколько близко к пользовательскому терминалу подходит оптический кабель. Поэтому запланированный набор услуг и полоса пропускания имеет важное значение при выборе архитектур технологии FTТх.

FTТН — Fiber-to-the-home, что в переводе «оптика до дома» - это технология, которая проводит оптоволокно прямо до дома. Следственно благодаря FTТН абоненты могут пользоваться широкополосным интернетом.

У технологии FTТН есть свои достоинства и недостатки. Достоинства технологии, прежде всего в высокой пропускной способности, что дает возможность достигать высоких скоростей. Технология обладает высокой надежностью, конфиденциальностью, ведь взломать технологию FTТН или прослушать невозможно. Также технология не нуждается в использовании дистанционного питания, обладает простотой переконфигурации сети за счет установки в основных узлах распределения оптических кроссовых шкафов. Потому что перекоммутация осуществляется за счет простейшей переустановки патчкордов по соответствующим направлениям с помощью пигтейлов. К недостаткам технологии FTТН относится лишь наличие терминала СРЕ в доме абонента.

FTТВ (Fiber to the Building), что в переводе: «оптика до здания». Иначе говоря, к FTТВ относится технология, с помощью которой связь достигает строения. Технология FTТВ рассчитывает сеть примерно из 100 - 200 абонентов, то есть многоквартирный дом. Значительным достоинством FTТВ является простота и легкость построения дополнительных сетей, нет необходимости ставить дополнительное оборудование, достаточно вставить кабель провайдера в сетевую карту ПК или ноутбука. Технология FTТВ обладает меньшей стоимостью реализации, чем технология FTТН. Недостатками технологии FTТВ является невысокая надежность коммутаторов, скорость Интернета зависит от количества пользователей подключенных к коммутатору.

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

FTTC (Fiber to the carb), что в переводе означает, «оптика до группы домов». FTTC наиболее доступная по своей стоимости технология, именно с FTTC началась конструкция оптико-коаксиальных сетей. Достоинством технологии FTTC является то, что она использует коаксиальный усилитель, поэтому она всегда будет дешевле волоконной связи. Также стоимость монтажа FTTC намного ниже оптической сети. Поэтому FTTC монтирует оптическую сеть до кросса на улице, а в дома FTTC ведет уже медный кабель.

FTTN (Fiber to the Node), что в переводе означает «оптика до сетевого узла». FTTN одна из первых технологий связи. В настоящее время FTTN используется в качестве эконом варианта, потому что не требует большого количества затрат. Если на местности развита кабельная инфраструктура, то FTTN достаточно просто подключить оптику до сетевого узла. В наше время FTTN используют лишь в дальних районах, там, где протягивать оптику слишком сложно. FTTN — самый недорогой вид связи, но и наиболее медленный.

Для проектирования городской сети в городе Уральск выбираем технологии FTTH. При применении технологии FTTH волоконно-оптический кабель вводим на цокольный этаж, потом волоконно-оптический кабель подключаем к устройству ONU (Optical Network Unit). В том же месте устанавливаем антивандальный телекоммуникационный шкаф. В шкафу устанавливаем пассивное оборудование- кросс и активное- коммутатор. Для оператора связи устанавливаем терминал оптической линии OLT (Optical Line Terminal). OLT- это устройство, определяющее параметры обмена трафика с абонентскими устройствами ONU. После этого от шкафа по стоякам разводятся многопарные кабели UTP.

А при применении технологии FTTH подразумевается то, что у волоконно- оптических линий связи (ВОЛС), выходы оптических узлов связаны с абонентскими терминалами, например, STB (Set-Top-Box) или телевизором. То есть технология FTTH представляет собой большее число ОУ и более

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

протяженные ВОЛС, в сравнении с любой другой технологией. Одним из важнейших достоинств технологии FTTH является простота построения параллельных сетей. Также одним из важных фактов для технологии FTTH является быстрое развертывание даже на устаревших сетях, которые работают до 240 МГц, что отличает ее от других технологий. Для организации FTTH сети в городе Уральск, выбираем архитектуру PON.

2.1 Основные проводные технологии организации связи

Как отмечается в [1-5] организация сетей развивается по четырем направлениям:

- сети организованные с помощью медных витых пар с применением технологии xDSL;
- беспроводные сети;
- гибридные волоконно-коаксиальные сети (HFC); □ волоконно-оптические сети.

Использование технологий xDSL – это простой и доступный по цене способ увеличения численности абонентов по действующим кабельным системам на основе медных витых линий связи. Для операторов, когда необходимо предоставить скорость от 1 до 8 Мбит/с, такая линия является наиболее экономичной и оправданной. Но скорость передачи до нескольких десятков мегабит в секунду на существующих кабельных системах, с учетом больших расстояний и низкого качества меди, представляется непростым и достаточно дорогим решением.

Иное традиционное решение – гибридные волоконно-коаксиальные сети (HFC, Hybrid Fiber-Coaxial). Подключение достаточного количества кабельных модемов на один коаксиальный сегмент, может привести к падению средних затрат на построение инфраструктур сети в расчете на одного абонента.

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Беспроводные сети доступа престижны там, где появляются технические проблемы с прокладкой кабельных инфраструктур. В последние годы все более привлекательной становится технология WiFi, которая позволяет обеспечить общую полосу до 300 Мбит/с. Но это скорость максимально осуществимая, для создания такой скорости необходимо минимальное расстояние от точки WiFi до клиентского оборудования, а также потребуется конструкция волоконно – оптической линии связи, которая способна предоставить данную скорость.

Следовательно, чтобы увеличить способность сети работать с новыми приложениями, требующими все большей скорости передачи, необходимо проложить оптический кабель (ОК) от центрального офиса до дома или до корпоративного клиента. И еще несколько лет назад оптическое волокно было крайне дорогим. Но в настоящее время благодаря снижению цен на оптические компоненты этот подход стал актуален. На сегодняшний день прокладывать ОК для образования сети доступа стало выгодно. На ряду с этим появились несколько вариантов выбора волоконно-оптической технологии доступа. Наравне со ставшими традиционными решениями на основе оптических модемов, технологии Micro SDH, Ethernet появились новые решения с использованием архитектуры пассивных оптических сетей PON.

2.1.1 Принцип действия PON

При применении архитектуры на базе пассивной оптической сети PON для развертывания сетей FTTH оптоволоконная линия распределяется по абонентам с помощью пассивных оптических разветвителей с коэффициентом разветвления до 1:64 или 1:128. Архитектура FTTH на базе пассивной оптической сети PON поддерживает протокол Ethernet. В отдельных случаях применяется дополнительная длина волны нисходящего потока, которая предоставляет традиционные аналоговые и цифровые телевизионные услуги

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

пользователям без использования телевизионных приставок с поддержкой IP. Сама сущность технологии PON заключается в том, что между приемопередающим модулем центрального узла OLT и удаленными абонентскими узлами ONT организовывается полностью пассивная оптическая сеть, которая имеет топологию дерева (рисунок 1.2).

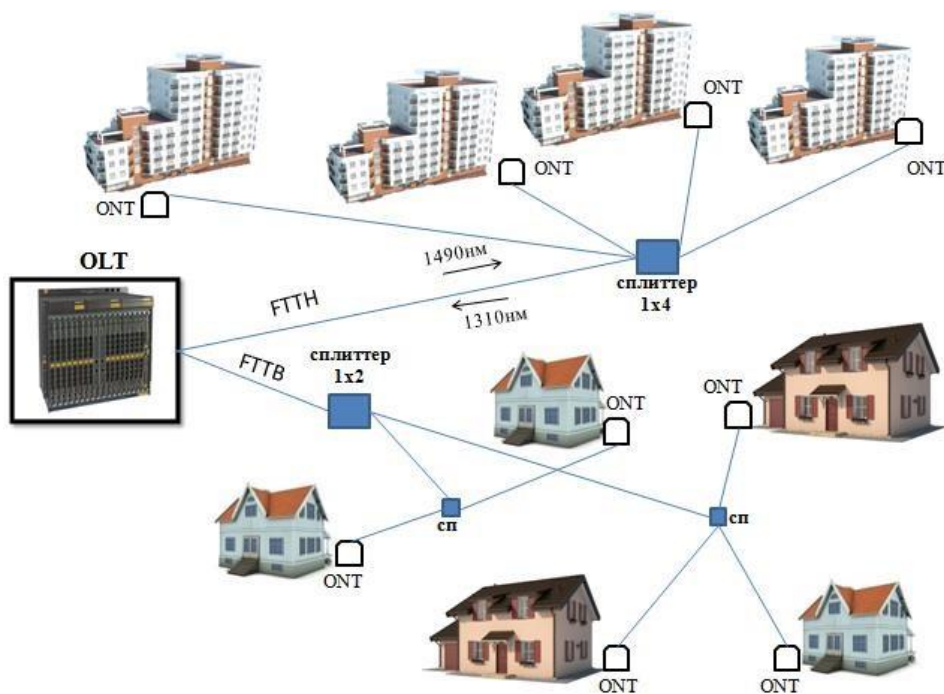


Рисунок 2.2 – Архитектура PON

Между расстояниями в топологии дерева размещаются пассивные оптические сплиттеры с коэффициентом разветвления до 1:64. Единственный приемопередающий модуль OLT допускает передачу информации множеству абонентских устройств ONT. Число ONT, которые подключились к одному OLT, могут быть настолько большими, насколько позволяет бюджет мощности и скорости приемопередающего оборудования.

Также одним из достоинств пассивных оптических сетей (PON) является осуществимость их легкого наращивания. Можно выделить три основных терминов в архитектуре PON: центральный узел, абонентский узел, оптический разветвитель.

Центральный узел OLT (optical line terminal)- это устройство, которое

устанавливается в центральном офисе, и принимает информацию со стороны магистральных сетей с помощью интерфейсов SNI (service node interfaces), и вырабатывает нисходящий поток к абонентским узлам по дереву PON.

Абонентский узел ONT (optical network terminal) обладает абонентским интерфейсом, а также интерфейсом для подключения к дереву PON, передача которой осуществляется на длине волны 1310 нм, а прием происходит на длине волны 1550 нм. ONT принимает информацию от OLT, затем преобразует их и передает абонентам через абонентские интерфейсы UNI (user network interfaces).

Оптический разветвитель – это пассивный оптический многополюсник, который размещает поток оптического излучения в одном направлении и соединяет несколько потоков в обратном направлении. Порты у разветвителя могут быть M входными и N выходными. В сетях PON часто применяют разветвители 1xN с одним входным портом. Разветвители 2xN используются в системе с резервированием по волокну.

Главная идея архитектуры PON основывается на использовании только одного приемопередающего модуля в центральном узле OLT, которая передает информацию множеству абонентских устройств ONT и приема информации от них. На рисунке 1.3, 1.4 изображен принцип действия архитектуры PON. Чтобы передать поток информации от OLT к ONT прямого (нисходящего) потока, используется длина волны 1490 и 1550 нм. Для того чтобы передать потоки данных от разных абонентских узлов в обратном направлении, то есть в центральный узел, в результате которого образуется обратный (восходящий) поток, используется длина волны 1310 нм. В OLT и ONT встроены мультиплексоры WDM (мультиплексирование с разделением по длинам волн), разделяющие исходящие и входящие потоки.

Прямой поток является широкополосным на уровне оптических сигналов. Абонентский узел ONT, прочитав адресные поля, рассматривает места назначения согласно с MAC- адресом абонентского терминала, и

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

показывает из общего потока предназначенную ему часть информации (рисунок 2.3, 3.4). Фактически можно сказать, что речь идет о распределенном демультиплексоре. Передачи всех абонентских узлов в обратном потоке ведутся на одной и той же длине волны. Все абонентские узлы ONT ведут передачу в обратном потоке на одной и той же длине волны, используя протокол множественного доступа с временным разделением (time division multiple access, TDMA).

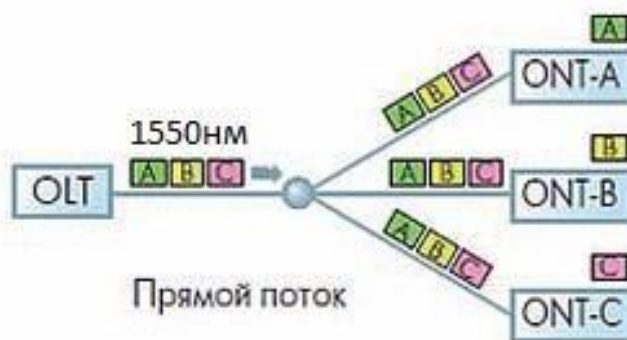


Рисунок 2.3 – Прямой поток архитектуры PON

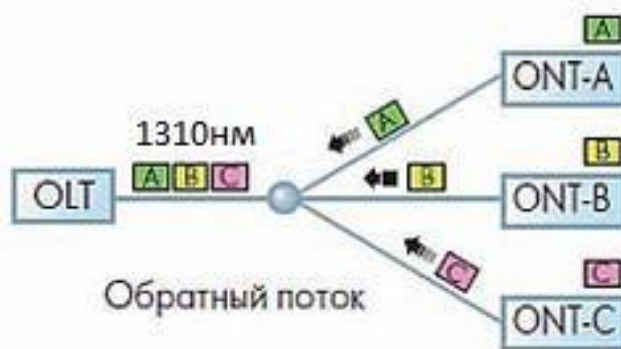


Рисунок 2.4 – Обратный поток архитектуры PON

Чтобы избежать возможности наложения сигналов от разных ONT, для каждого из сигналов устанавливается индивидуальный график по передаче данных с учетом поправки на задержку, связанную с удалением данного ONT от центрального узла OLT. В данном случае эту проблему решает протокол TDMA MAC. TDMA MAC используется во всех пассивных оптических сетях из-за топологии точка- многоточка.

2.1.2 Топологии сетей доступа архитектуры PON

В архитектуре PON существуют следующие топологии оптических сетей доступа: точка-точка, кольцо, дерево с активными узлами, дерево с пассивными оптическими элементами.

Топология «точка-точка» или P2P является наиболее простейшей архитектурой для построения сети. Главным недостатком топологии «точка-точка» является низкая эффективность кабельных систем. Для того чтобы построить сеть по данной топологии нужно провести отдельный волоконно-оптический кабель из центрального узла в каждое здание или к каждому корпоративному абоненту. Этот подход возможно реализовать если абонентский узел к которому будет прокладывается выделенная кабельная линия, может применять эти линии с прибылью. У топологии «точка-точка» нет ограничений на используемую сетевую технологию. Топологию P2P можно реализовать как для любого сетевого стандарта, так и для нестандартных решений, к примеру можно отнести оптические модемы. При организации топологии «точка-точка» гарантируется максимальная защищенность абонентских узлов. Использовать топологию P2P престижно в основном для абонентов крупных корпоративных клиентов, так как оптический кабель нужно прокладывать индивидуально до каждого абонента.

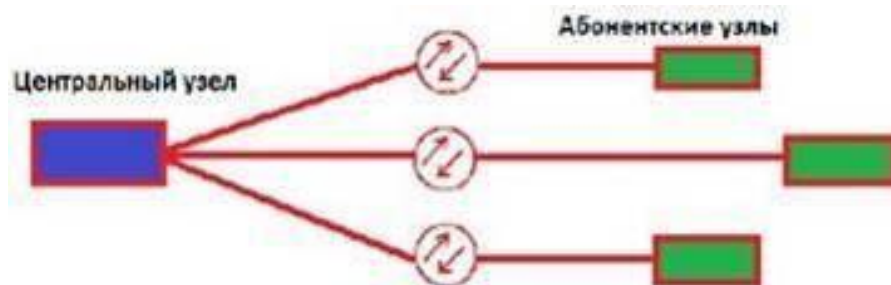


Рисунок 2.5 – Топология «точка-точка» логического соединения в сетях доступа

Топология «кольцо» на основе SDH показало положительный результат в построении городских телекоммуникационных сетях. Есть два варианта

проектирования кольцевой топологии: однонаправленное и двунаправленное кольцо. При построении однонаправленного кольца, каждый выходной поток движется вокруг этого кольца, по одной или двум линиям связи. Если же применить две линии связи, то информация будет передаваться одновременно по обеим линиям, а использоваться будет та, что наилучшая по качеству. Однонаправленное кольцо по большей части используется в локальных сетях с ненапряженным трафиком. При проектировании кольца применяют один или два оптических кабеля.

Когда кольцо двунаправленное, и в каждой линии связи имеется по одному волокну, то эту линию связи не резервируют. При оптимальной работы сети, каждый входной поток движется вдоль кольца по кратчайшему пути в любом направлении. Структуру сети можно изменить с помощью управления мультиплексорами. Такое изменение сети называется реконфигурацией сети. Реконфигурация сети бывает централизованной и децентрализованной. При централизованной реконфигурации сети необходимо чтобы был сетевой центр управления, собирающий информацию о состоянии сети, принимающий решение о реконфигурации, и, рассылающий специальные команды на перекроссировку всем узлам. Во втором варианте при появлении отказов на сети, цифровые системы оперативного переключения обмениваются между собой сообщениями и фиксируют состояние сети, далее производят согласованное решение по реконфигурации сети, и выполняют принятое решение. Поэтому особенность кольцевой топологии заключается в том, что она позволяет сети самовосстанавливаться, то есть быть защищенной от многих характерных типов отказов. Но в сетях доступа есть некоторые недостатки. Например при построении городской магистрали на этапе проектирования расположение узлов планируется заранее, то в сетях доступа невозможно узнать когда и сколько абонентских узлов будет установлено. Топология «кольцо» может стать сильно изломанным кольцом с множеством ответвлений, только при временном подключении незапланированных пользователей. Для того чтобы не

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

было снижения надежности сети используют кольцо маленького размера называемые субмагистральными.

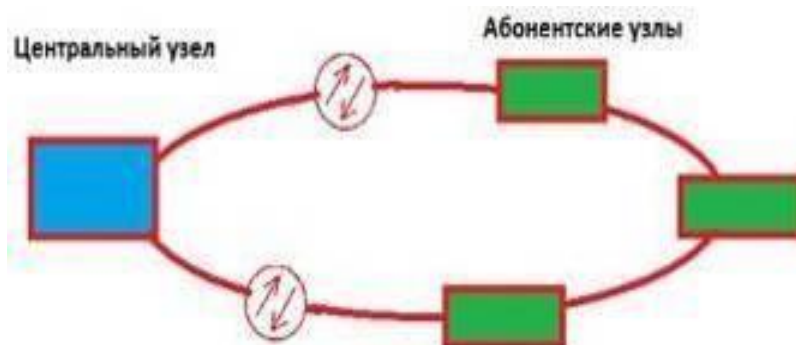


Рисунок 2.6 – Топология «кольцо» логического соединения в сетях доступа

В топологии «дерево с активными узлами» использование волокна очень экономично. Топология «дерево с активными узлами» неплохо вливается в рамки стандарта Ethernet с иерархией по скоростям от центрального узла к абонентам 1000/100/10 Мбит/с. В сфере корпоративных сетей у стандарта IEEE 802.3 Ethernet нет каких-либо ограничений. Поэтому сети могут иметь довольно многообразную и разветвленную древовидную архитектуру. Но несмотря на сложную древовидную архитектуру, в каждом узле должно присутствовать активное устройство. Оптические сети доступа Ethernet, в основном использующие эту топологию, относительно обходятся им по доступной цене. Главным недостатком данной топологии является то, что в промежуточном узле активного устройства требуется индивидуальное питание.



Рисунок 2.7 – Топология «дерево с активными узлами»

В архитектуре PON в качестве пассивного оптического элемента используется оптический разветвитель, который преминает топологию «точка-

многоточка» или P2MP. Принцип работы данной топологии заключается в том, что большой волоконно-оптический сегмент древовидной архитектуры, который охватывает десятки абонентов, можно подключить всего к одному порту центрального узла. Также особенностью топологии «точка-многоточка» является то, что в промежуточных узлах дерева оптические разветвители абсолютно пассивны, и не нуждаются в питании и специального обслуживания. В топологии «точка-многоточка» можно достигнуть существенной экономии оптического волокна и сокращения стоимости кабельной инфраструктуры, за счет оптимального размещения разветвителей. В отличие от других топологий, у топологии «точка-многоточка» подключение или отключение одного или нескольких абонентских узлов никоим образом не скажется на работе остальных абонентов. К недостатку топологии «точка-многоточка», относится лишь возросшая сложность технологии PON и отсутствие резервирования в простой топологии дерева.

Следовательно топология «дерево с пассивными узлами» является более удобной и востребованной топологией, ввиду нижеперечисленных причин:

1. Простота подключения новых абонентов и комфортабельное обслуживание.
2. Полное отсутствие промежуточных активных узлов.
3. Оптимальное решение по количеству оптических приемопередатчиков.
4. Экономии оптических приемопередатчиков в центральном узле.



Рисунок 2.8 – Топология «дерево с пассивным оптическим разветвителем»

2.1.3 Стандарты архитектуры PON

В архитектуре PON существуют стандарты, которые отличаются друг от друга базовым протоколом передачи. Наиболее распространенные- это стандарты APON, BPON, GPON, EPON.

- APON (ATM PON)- пассивная оптическая сеть, которая использует технологию ATM;
- BPON (Broadband PON)- широкополосная пассивная оптическая сеть;
- GPON (Gigabit-capable PON)- пассивная оптическая сеть, предоставляющая гигабитные скорости передачи данных;
- EPON (Ethernet PON)- пассивная оптическая сеть, которая применяет технологию Ethernet;

Первый стандарт ITU-T G.983.1 технология APON, которая основывается на передаче данных в ячейке конфигурации ATM. Технология APON рассчитывает передачу сети PON, в ячейке конфигурации ATM со скоростью 155 Мбит/с в любом направлении. Спустя некоторое время возникает огромное количество исправлений и рекомендаций в серии G.983.x, поэтому скорость возрастает до 622 Мбит/с. В настоящее время APON предоставляет возможность динамического распределения полосы DBA среди разнообразных приложений и ONU, а также определяет возможность для предоставления широкополосных и узкополосных услуг.

Аппаратура APON различных производителей поддерживает магистральные интерфейсы: SDH (STM-1), ATM (STM-1/4), Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, Ethernet 10/100Base-TX, телефония (FXS). Еще одним достоинством APON является возможность передать информацию в прямом потоке с применением технологии шифрования на базе открытых ключей. Обратный поток в технологии APON в шифровании не нуждается, потому что OLT располагается на территории оператора.

Рекомендация G.983.3, фиксирующее понятие BPON, которая добавляет новейшие возможности в архитектуру PON:

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

- возможность передать три основные типы информации, как видео, данные, голос, которое допустило производителям добавлять соответственные интерфейсы на OLT для подключения к магистральной сети, и на ONU для подключения к абонентам;
- распространение спектральной зоны, расширяет возможность для вспомогательных услуг на разных длинах волн в условиях одного и того же дерева PON, к примеру широчастотное телевидение на третьей длине волны.

Таким образом, в технологии BPON скорость передачи данных увеличилась до 622 Мбит/с, и появился шанс осуществить реализацию широкополосных сервисов, в том числе доступ по Ethernet и видео.

В связи с удачным применением технологии Ethernet в локальных сетях, и проектирования оптической сети доступа предопределило разработку нового стандарта EPON. Применение оптоволоконных кабелей в технологии EPON осуществляется по топологии «точка- многоточка». Важная особенность технологии EPON заключается в том, что кадры Ethernet передаются внутри технологии Ethernet без фрагментации. Технология EPON организует передачу оптического канала напрямую до пользователя. Данная технология была разработана на базе протокола MPCP. Также технология EPON полностью совместима с протоколом IP, и является экономичной для организации широкополосного доступа в Интернет. Отсутствие фрагментации в технологии EPON, дает возможность увеличить пропускную способность канала. Поэтому скорость сети в технологии EPON увеличилось до 1,2 Гбит/с. Следовательно, для оператора строящую сеть на базе протокола IP, технология EPON будет наиболее оптимальной для решения этой задачи.

Отсюда следует, что EPON объединяет оборудование Ethernet и волоконно-оптическую инфраструктуру, что немаловажно в будущем для построения телекоммуникационных сетей.

Технология GPON, относится к органическому развитию технологии

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

APON и BPON. Нисходящий поток технологии GPON составляет 1490 нм, а скорость передачи до 2,4 Гбит/с, восходящий поток- 1310 нм, со скоростью передачи 1,2 Гбит/с. За основу технологии GPON был принят транспортный протокол GFP (generic framing protocol). Также технология GPON поддерживает конфигурацию ATM, протокол IP, SDH, речь и видео. В данной технологии, есть возможность подключить от 32 до 64 абонентов на расстоянии 20 км. В технологии высокая полоса пропускания обеспечивается за счет линейного кода NRZ со скремблированием. Технология работает в синхронном режиме с постоянной длительностью кадра. К недостаткам технологии GPON относится сложная многоуровневая система управления, и высокая стоимость оборудования. Технология GPON использует общую среду передачи, что приводит к необходимости шифрования всех потоков данных. В GPON шифрование нисходящего потока проводится с использованием стандарта шифрования Advanced Encryption Standard (AES).

Структура оптической пассивной сети в системе GPON состоит из трех основных участков:

- стационарный участок включает активное оборудование OLT и оптический кросс высокой плотности, которые устанавливаются на центральном сетевом узле;
- линейный участок включает совокупность ВОК, муфт, шкафов, распределительных коробок, сплиттеров, коннекторов и соединителей, располагающихся между стационарным и абонентским участком;
- абонентский участок- это персональная абонентская разводка одноволоконным ОК от элементов общих распределительных устройств - до оптической розетки и активного оборудования ONT в квартире.

В активном стационарном оборудовании сети GPON, OLT устанавливается на центральном сетевом узле или в помещении АТС, район обслуживания которой определяет зону охвата сетью GPON. Оборудование OLT связывает оконечное оборудование абонентов с сетью передачи данных для

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

предоставления услуг по передаче голоса, доступа к сети Интернет и TV. Линейные порты оборудования OLT подключаются к оптическому кроссу высокой плотности ODF с помощью оптических патчкордов. Длина оптических патчкордов рассчитывается исходя из протяженности трассы от «0» точки ODF до «0» точки OLT. Оптический кросс ODF предназначен для распределения ВОК по направлениям. Соединения ВОК с оптическими портами ODF, производится через сплайс- пластины. Сплайс пластина- это кассета или бокс, предназначенная для сварных соединений ОК. Также конструкция оптического кросса должна предусматривать возможность производить измерения на ВОК. Оптические кроссы должны размещаться в помещениях, в которых должен осуществляться переход через станционные муфты, на станционные кабели, вводимые в оптический кросс. Следовательно, оптический кросс ODF должен располагаться в выделенном помещении в гермозоне или как исключение, может располагаться в том же помещении, где размещается стойка с OLT. Далее, оптический кросс ODF должен быть выполнен в модульном исполнении с возможностью наращивания емкости кросса путем добавления модулей, при росте абонентской базы.

Линейный участок определяет общую топологию GPON. На сети GPON от сетевого узла до оптического распределительного шкафа (ОРШ) или оптической муфты со сплиттерами производится магистральное распределение волокон.

Наиболее сложным и трудоемким является линейный участок, который состоит из огромного количества различного пассивного оборудования и строительно-монтажных работ, поэтому очень важно использовать оптимальный метод его построения. На сети, можно применить однокаскадную схему включения без постепенного их включения друг за другом, и многокаскадную схему с постепенным распределением. Чем меньше уровней каскадирования сплиттеров, тем легче сеть абонентского доступа и хорошая возможность мгновенного устранения неисправностей, а также увеличение

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

качества связи за счет потери всевозможных искажений на многоступенчатой передаче сигналов. С обратной стороны, количество уровней каскадирования предоставляет возможность более гибко разместить ОК и распределительные устройства, иначе говоря, комфортабельно построить пассивную распределительную сеть.

Линейный участок состоит из:

- магистрального участка - ВОК, прокладываемый в каналах кабельной канализации от кросса ODF на АТС в направлении удаленной территории с большой группой зданий и завершающийся ОРШ или оптической муфтой со сплиттерами;
- распределительного участка- ВОК, прокладываемый от ОРШ или оптической муфты со сплиттерами в телефонной канализации или в грунте, а также внутри зданий по вертикальным стоякам до ОРКСп.

Магистральный участок сети GPON является одним из основных элементов всей пассивной оптической сети. На участке сети GPON от кросса ODF до оптического распределительного шкафа (ОРШ) или оптической муфты со сплиттерами, находящегося в зоне обслуживания данного узлового района или АТС, производится магистральное распределение ОВ. Главная задача магистрального участка, подвести требуемое количество ОВ максимально близко к сконцентрированной группе абонентов наиболее оптимальным образом с учетом топологии и емкости кабельной канализации. В проектной емкости магистрального кабеля должно быть не менее 48 ОВ. При окончании магистрального участка необходимо установить ОРШ, оптические муфты со сплиттерами. Для прокладки на магистральном участке должен использоваться бронированный стальной гофрированной лентой ВОК высокой и средней ёмкости, имеющий модульную структуру и стандартные волокна типа G 652- D. С целью минимизации оптического бюджета магистрального участка на сварках оптического волокна, и для сокращения стоимости строительно-монтажных работ, следует использовать соответствующий ВОК модульной конструкции,

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

предназначенный для прокладки в канализации или в грунт с применением способов прокладки одной строительной длиной в 2 км.

Различают два вида магистрального участка: зона прямого питания, зона магистральной сети. Зона прямого питания- это территория вокруг центрального сетевого узла или АТС, с плотной высотной застройкой, где развита инфраструктура телефонной канализации. Зона магистральной сети- это территория, удаленная от АТС на значительное расстояние.

Распределительный участок сети GPON- это участок от оптического распределительного шкафа до ОРКСп устанавливаемых в каждом подъезде. ВОК распределительной сети от уличных ОРШ или оптических муфт со сплиттерами прокладывается по телефонной канализации, а затем по фасадам или внутри зданий от подвального помещения или технического этажа по существующим вертикальным стоякам. По подвальным помещениям кабель прокладывается в ПЭТ трубе диаметром 40 мм с установкой протяжных ящиков в местах ответвлений и переходах на вертикальный стояк. Сращивание волокон на магистральных и распределительных участках прокладки ВОК, в том числе на оптическом кроссе, шкафах и коробках необходимо производить с помощью сварки. При отсутствии возможности сварочных аппаратов прокладка ВОК в существующих стояках проектируется заново. Для прокладки в выделенных стояках или закладных трубах от домовой разветвительной муфты, или ОРШ расположенного в жилом доме до группы ОРКСп установленных на разных этажах должен использоваться ВОК для внутри объектовой прокладки имеющий модульную структуру и стандартные волокна типа G-652D ёмкостью не менее двух волокон.

Абонентский участок - это участок сети PON от этажной ОРКСп до помещения абонента, включая оптическую розетку и внутри квартирную разводку кабелем UTP от ONT к терминалам, установленным в квартире абонента. Для прокладки от ОРКСп до оптической розетки абонента должен использоваться сверхгибкий ВОК ёмкостью 1 волокно, с усиленным буфером

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

типа G- 657. В абонентский участок также входит активное оборудование на стороне абонента (ONT), которое является неотъемлемым элементом технологии GPON. На лестничной площадке горизонтальный участок абонентского ВОК рекомендуется защищать пластиковым кабельгоном. Индивидуальный абонентский терминал содержит входной оптический интерфейс PON. ONT могут иметь различные выходные интерфейсы типов FXS, FXO, 10/100/1000Base-T, Wi-Fi в разном сочетании и количестве для подключения оконечных устройств.

Таблица 2.1 – Сравнительные характеристики технологии PON

Характеристики	BPON	EPON (GEPON)	GPON
Скорость передачи, прямой/обратный поток, Мбит/с	622/155 622/622	1000/1000	1244/1244 2488/1244 2488/2488
Базовый протокол	ATM	Ethernet	SDH(GFP)
Линейный код	NRZ	8B10B	NRZ
Максимальное число абонентов	32	32(64)	32(64)
Максимальный радиус сети, км	20	10(20)	20
Длина волны, прямой/обратный поток (видео), нм	1490/1310 (1550)	1490/1310 (1550)	1490/1310 (1550)
Защита данных	шифрование открытыми ключами	нет	шифрование открытыми ключами

В сравнительной характеристике трех видов PON таблицы 1, можно отметить что у каждой технологии есть свои преимущества и недостатки:

- технология BPON, основывающаяся на конфигурации ATM, в настоящее время не предоставляет высокую скорость передачи и фактически не имеет перспективы в будущем;

- технология GPON поддерживает конфигурацию ATM, протокол IP, SDH, речь и видео. В технологии GPON можно подключить от 32 до 64 абонентов на расстоянии 20 км. Данная технология поддерживает до 256 логических ONT на одну длину волны. Защита ONT обеспечивается с помощью алгоритма AES. В технологии высокая полоса пропускания обеспечивается за счет линейного кода NRZ со скремблированием. К недостаткам технологии GPON относится сложная многоуровневая система управления, и высокая стоимость оборудования;
- технология EPON полностью совместима с протоколом IP, и является экономичной для организации широкополосного доступа в Интернет. Отсутствие фрагментации в технологии EPON, дает возможность увеличить пропускную способность канала. Поэтому скорость сети в технологии EPON увеличилось до 1,2 Гбит/с.

Как видно, каждый вид технологии PON имеет свои достоинства и недостатки, но в настоящее время оптимальным вариантом выглядит технология GPON из-за лучшей проработанности реальных систем, которая дает возможность получить высокие скорости до 10 Гбит/с в ближайшем будущем.

2.2 Оборудование производителей технологии PON

2.2.1 Оборудование компании ZyXEL

Корпорация ZyXEL Communications, производит оборудования для доступа в Интернет. В настоящее время основной задачей для бизнеса корпорации ZyXEL является операторское и абонентское оборудование для широкополосного доступа в Интернет, которая используется по технологиям PON, Ethernet, xDSL. Компания занимается доставкой новых продуктов в более 150 странах мира. Огромный опыт набранный за 20 лет позволяет компании ZyXEL быстро адаптироваться к требованиям любых проектов. Также компания представляет проекты различного объема на действующих PON стандартах:

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

ITU-T G.988 GPON и : IEEE 802.3ah (GEPON). К одному порту OLT в технологии PON, можно подключить от 64 до 128 абонентов на расстоянии 20 км, и скорость передачи данных, которая достигает до 2,5 Гбит/с. Компания ZyXEL производит волоконно- оптическое линейное оборудование типа «AN5116» от 16 до 128 портов (рисунок 2.9).

Оборудование OLT AN5116 относится к новому поколению устройств широкополосного доступа, которая одновременно поддерживает две технологий GPON и GEPON и предоставляет возможность подключения не более 8192 абонентов. Применение коммутатора AN5116 является оптимальным выбором при обслуживании услуги Triple Play, потому что коммутатор обладает высокой пропускной способностью каналов при скоростях от 1,25 до 2,5 Гбит/с, расширенной поддержкой многоадресных рассылок, и полной защитой трафика абонента.

Оборудование OLT AN5116-06B гарантирует активное распространение сетевого трафика и стопроцентную доставку информации, абонентам со сквозной трансляцией классов обслуживания в IP, Ethernet и PON. Также оборудование может обработать больше 60 IGMP- запросов в секунду, и обеспечить переход между группами рассылки меньше чем за 250 миллисекунд. Данные функции дают возможность предоставить абонентам качественную услугу IP- телефонии, телевидения и видеоконференцсвязи.



а)



б)

Рисунок 2.9 – Оборудование OLT «AN5116»: а) на 128 портов; б) на 16 портов

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

Коммутатор предоставляет систему сетевого управления ANM-2000. Система управления ANM-2000 осуществляет конфигурацию возможности управления GPON/GEAPON-коммутаторами. Также система управления ANM-2000 реализует удаленное администрирование оборудования, исследует данные и проводит мониторинг его производительности. При использовании системы ANM-2000 управлять сетью легко и понятно, к тому же система не требует огромных вложений и специального обучения системных администраторов. Таким образом, при использовании оборудования OLT AN5116 операторы связи могут предложить клиентам, высокоскоростной доступ в Интернет, целый набор каналов телевидения хорошего качества, факс и VoIP- телефонию, а также широкий выбор тарифных планов.

Следовательно, главным достоинством оборудования AN5116 является:

- высокая плотность портов: до 8192 абонентов на шасси;
- высокопроизводительная неблокируемая матрица коммутации с пропускной способностью 1 Тбит/с;
- модульная архитектура с возможностью горячей замены модулей; □ возможна одновременная работа с GPON и GEAPON линейными модулями;
- система управления ANM2000 предоставляет удобный механизм для удаленного централизованного конфигурирования, мониторинга и администрирования всех устройств GPON/GEAPON;
- развитый функционал для поддержки услуг Triple-Play;
- управление качеством обслуживания, расширенная поддержка
- многоадресных рассылок, поддержка протоколов VoIP;
- поддержка протоколов третьего уровня: OSPF, RIP и другие.

По функциональному назначению AN5116-06B характеризуется следующим образом:

- используется совместно с удаленными модемами ONU в качестве интегрированного станционного решения для сети GEAPON / GPON;

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

- поддерживает встроенные широкополосные и узкополосные услуги, такие как VoIP, TDM, передача данных, IP-телевидение, кабельное телевидение;
- совместно с удаленными модемами ONU реализует полный набор конвергентной функциональности.

Высокоскоростной роутер PSG1282N-22 (рисунок 1.10) компании ZyXEL работает по технологии GPON и предоставляет подключение к сети на расстояниях до 20 км. ONU выполняет работу в режиме роутера и моста, для подключения абонентов необходимо использовать 4 порта 10/100/1000Base-T с автоматическим определением типа кабеля. Также в оборудовании ONU есть встроенная беспроводная точка доступа WiFi, которая поддерживает стандарты 802.11b/g/n.



Рисунок 2.10 – Оборудование ONU PSG1282N-22

Поддержка многоадресных рассылок (IGMP Snooping), виртуальных частных сетей на уровне портов или маркеров 802.1Q, а также встроенные механизмы QoS гарантируют высококлассную работу мультимедийных и корпоративных приложений и надежную защиту трафика абонентов.

Возможность работы в режиме маршрутизатора с NAT позволяет разделить между всеми компьютерами одно Интернет подключение. При этом интернет-центр PSG1282N-22 без всяких дополнительных устройств образует

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

проводную квартирную сеть для четырех компьютеров, а встроенная точка доступа беспроводной сети Wi-Fi нового поколения с увеличенным радиусом действия обеспечивает подключение к интернет центру ноутбуков, игровых приставок, медиаплееров и других сетевых устройств стандарта IEEE 802.11n на скорости до 300 Мбит/с*.

Основные преимущества:

- оптоволоконный доступ по технологии FTTH;
- высокая скорость передачи данных;
- ориентация на предоставление сервисов Triple Play;
- возможность работы в режиме маршрутизатора или моста;
- трансляция сетевых IP адресов NAT с возможностью проброса портов;
- динамический / статический адрес IP-адрес на WAN-интерфейсе;
- поддержка PPPoE-клиента;
- встроенный DHCP сервер;
- точка доступа IEEE 802.11n MIMO 2x2 с защитой WEP/WPA/PSK/WPA2-PSK для подключения беспроводных устройств на скорости до 300 Мбит/с;
- быстрая настройка сети Wi-Fi и подключения беспроводных устройств по технологии Wi-Fi Protected Setup (WPS);
- поддержка механизмов управления качеством обслуживания, до 4 очередей приоритетов;
- поддержка динамического выделения полосы пропускания, ограничения скорости на порту;
- поддержка трех протоколов для Интернет-телефонии (VoIP): SIP, MGCP, H.248;
- отслеживание многоадресного трафика IGMP;
- поддержка VLAN на базе порта, MAC-адреса, IP-адреса, протокола и т.п.;

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

- ограничение широковещательного и многоадресного трафика;
- фильтрация MAC-адресов, ограничение числа MAC-адресов на порт;
- реализация концепции «подключай и работай», не требует настройки со стороны пользователя;
- для подключения физических лиц к оптическим сетям GPON (как индивидуальное или операторское устройство) по технологии FTTH;
- для подключения небольших офисов к оптическим сетям GPON по технологии FTTO;
- для подключения удаленных рабочих мест;
- при построении распределенных сетей с повышенными требованиями к сетевой безопасности, надежности и скорости передачи данных;
- при построении сетей в условиях высоких электромагнитных и гальванических помех;
- 300 Мбит/с - максимальная скорость работы на физическом уровне по стандарту IEEE 802.11n при соединении с адаптерами, использующими два пространственных потока и канал 40 МГц для приема и передачи.

Действительная скорость передачи данных в беспроводной сети зависит от особенностей и настроек клиентского оборудования, числа клиентов в сети, препятствий на пути прохождения сигнала, а так же наличия других беспроводных сетей и радиопомех в том же диапазоне.

2.2.2 Оборудование компании OlenCom

Израильская компания OlenCom Electronics была основана в 1994 году. Компания специализируется на системной интеграции, продаже и поддержке наиболее передовых решений в сфере телекоммуникаций. Головной офис компании находится в Нетании, пригороде Тель-Авива (Израиль). Опытные менеджеры OlenCom Electronics вникнут в ваши задачи и предложат

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

оптимальные с технической и финансовой стороны решения. Квалифицированные инженеры дадут необходимые консультации и объяснят особенности оборудования.

Оптическое терминальное оборудование OLT BBS 1000+(рисунок 1.11) обеспечивает построение оптических сетей доступа на базе технологии Ethernet/IP. Данный концентратор совместно с оптическим сетевым оборудованием (ONU) является завершенным решением организации сетей доступа для частных и корпоративных абонентов с гигабитной пропускной способностью на отрезке последней мили. Объединяя экономические выгоды от технологии EPON с возможностью коммутации второго и третьего уровней, а также функциональностью маршрутизатора, BBS 1000+ является оптимальной транспортной платформой для единой передачи голоса, видео, данных и других сервисов, для которых необходима высокая пропускная способность.

Это решение может успешно использоваться как для построения кампусных и корпоративных сетей, так и для предоставления услуг индивидуальным абонентам частного сектора. BBS 1000+ поддерживает до 8 PON интерфейсов. Каждый PON интерфейс способен передавать трафик со скоростью 1 Гбит/с, который может распределяться между 32/64 терминальными устройствами. Таким образом, небольшой концентратор в корпусе 1U может обслуживать максимально до 512 абонентов. Обеспечение разнообразными сервисами большого числа абонентов, низкая цена на оборудование, а также невысокие затраты, необходимые для развертывания сети на базе технологии EPON, делают BBS 1000+ великолепным альтернативным решением для организации доступа на отрезке последней мили. Встроенные механизмы качества обслуживания (QoS) оборудования BBS 1000+ позволяют операторам связи превышать установленную полосу пропускания, но в то же время выделяя и давая приоритеты трафику, для которого задержки неприемлемы. Данная услуга основана на индивидуализированном соглашении об уровне обслуживания (SLA). Динамическое распределение полосы

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

пропускания позволяет операторам связи тарифицировать переданный трафик отрезками в 1 МБ.

Поддержка протокола IGMP предусматривает управление широковещательными сервисами и гарантирует эффективное использование сетевой инфраструктуры для услуг, связанных с передачей видео. Удаленная диагностика, гибкое управление и реконфигурация платформы BBS 1000+ возможны благодаря богатому набору встроенных функций технического обслуживания и управления (O&M).



Рисунок 2.11 – Оптическое терминальное оборудование OLT BBS 1000+

Преимущества:

- стандарт IEEE 802.3 ah EPON
- древовидная структура, поддерживающая до 64 подключений;
- дальность передачи до 20 км для 32 подключений и 10 км для 64 подключений;
- до 512 терминальных устройств обслуживаются одним компактным концентратором;
- расширенные функции L2/L3 коммутации;
- динамическое распределение полосы пропускания;
- поддержка мультикаст-групп при передаче видеопотоков; □ удаленный контроль и управление.

Оборудование Aliphion GPON - современная система широкополосного доступа для сетей FTTH (волокно в дом, волокно в квартиру). Aliphion GPON соответствует новому стандарту G.984.6 - доступ по одному волокну до 128 абонентов на расстоянии до 60 км. Решение ориентировано на сквозную передачу трафика Triple Play от центрального узла до абонента с помощью

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

пассивной оптической сети (PON). Одно шасси поддерживает до двенадцати линейных плат, что позволяет подключить до 2560 абонентов. При этом фирменная система управления Alphon AEMS способна работать с двумя шасси, что, в общей сложности позволяет построить сеть передачи данных для более чем пяти тысяч абонентов.

Восходящий канал (Uplink) - две коммутационные платы с возможностью резервирования. Каждая плата содержит два порта 10 GbE и 8 портов 1 GbE. Общая скорость восходящего канала - до 56 Гбит/с. AOLT-4000 (рисунок 1.12) соответствует всем требованиям к оборудованию операторского класса. Шасси имеет резервированное электропитание, охлаждение, управление. Пропускная способность задней шины коммутации - 200 Гбит/с.



Рисунок 2.12 – Абонентское устройство AOLT- 4000

AONT-100(рисунок 1.13) - абонентское устройство для домашнего использования. Устройство имеет 2 порта Ethernet и 4 телефонные линии, а также RF видео (модель AONT-100C). Возможно резервное питание от батареи. Настольная или настенная установка.



Рисунок 2.13 – Абонентское устройство AONT- 100

AONT-300(рисунок 1.14)-абонентское устройство для многоквартирных зданий. 24 телефонных линии, 24 порта Ethernet.



Рисунок 2.14 – Абонентское устройство AONT- 300

Alphon PONext - специальный усилитель для сетей GPON, позволяющий подключать до 128 абонентов на расстоянии до 60 км от центрального устройства, в соответствии со стандартом G.984.6 (2008).

Alphon PONext усиливает оптический сигнал без перевода его в электрическую форму, и прозрачен для трафика протоколов GPON (ITU-T G.984), GEPON (IEEE 802.3ah), BPON (ITU-T G.983).



Рисунок 2.15 – Усилитель Alphon PONext

AEMS - это система управления сетью Alphon GPON, масштабируемое ПО на базе Linux. Нисходящий интерфейс на основе SNMP, восходящий OSS интерфейс на базе COBRA.

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

3 РАСЧЁТ НАГРУЗОК ПРОЕКТИРУЕМОЙ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ

3.1 Расчет межстанционных нагрузок

Поступающая интенсивность нагрузок (ИН) может быть рассчитана в соответствии с выражением:

$$Y_i = a \cdot N_i, \quad (3.1)$$

где a – удельная поступающая ИН от абонентов, которая составляет 0.05 Эрл; N_i – емкость i -й станции.

Необходимо оценить ИН для АТС и МСС. При расчете ИН для АТС емкость равна количеству потенциальных абонентов, использующих услуги IP-телефонии. В свою очередь, при расчете ИН для МСС данный показатель совпадает с числом пользователей широкополосной передачей данных:

$$Y_{АТС} = a \cdot N_{АТС} = 0,05 \cdot 30 = 1,5 \text{ Эрл};$$
$$Y_{МСС} = a \cdot N_{МСС} = 0,05 \cdot 210 = 10,5 \text{ Эрл.}$$

Для цифровых АТС с целью упрощения расчетов целесообразно принять верным соотношение:

$$\frac{t_{вых_i}}{t_{ex_i}} = 1, \quad (3.2)$$

где t_{ex_i} и $t_{вых_i}$ – время занятия входа и выхода i -й станции.

Нагрузка на выходе определяется по формуле:

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

$$Y_{\text{вых}_i} = \frac{t_{\text{вых}_i}}{t_{\text{вх}_i}} \cdot Y_i, \quad (3.3)$$

Таким образом, нагрузка на выходе для АТС и МСС составляет:

$$Y_{\text{вых_АТС}} = Y_{\text{АТС}} = 1,5 \text{ Эрл};$$

$$Y_{\text{вых_МСС}} = Y_{\text{МСС}} = 10,5 \text{ Эрл}.$$

Интенсивность нагрузки на выходе АТС распределяется по следующим направлениям связи: внутростанционная связь, к УСС и исходящие связи к МСС.

Для определения внутростанционной нагрузки необходимо оценить общую исходящую ИН сети:

$$Y_{\text{вых_сети}} = \sum_i Y_{\text{вых}_i}, \quad (3.4)$$

где i – станция.

$$Y_{\text{вых_сети}} = \sum_{i=2} Y_{\text{вых}_c} = 1,5 + 10,5 = 12 \text{ Эрл}$$

Далее необходимо оценить долю исходящей ИН для каждой сети от общей исходящей ИН сети в процентах:

$$\eta_i = \frac{Y_{\text{вых}_i}}{Y_{\text{вых_сети}}} \cdot 100\%, \quad (3.5)$$

$$\eta_{\text{АТС}} = \frac{1,5}{12} \cdot 100\% = 12,5\% ;$$

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

$$\eta_{MCC} = \frac{10,5}{12} \cdot 100\% = 87,5\% .$$

Процент интенсивности внутристанционной нагрузки $K_{вн_i}$ определяется по таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Процент интенсивности внутристанционной нагрузки

η	$K_{вн}$	η	$K_{вн}$	η	$K_{вн}$
0,5	16,0	7,5	23,5	30,0	46,0
1,0	18,0	8,0	24,2	35,0	50,4
1,5	18,7	8,5	25,1	40,0	54,5
2,0	19,0	9,0	25,8	45,0	58,2
2,5	19,2	9,5	26,4	50,0	61,8
3,0	19,4	10,0	27,4	55,0	66,6
3,5	19,7	10,5	27,6	60,0	69,4
4,0	20,0	11,0	28,3	65,0	72,8
4,5	20,2	12,0	30,5	70,0	76,4
5,0	20,4	13,0	31,0	75,0	80,4
5,5	20,7	14,0	32,9	80,0	81,3
6,0	21,0	15,0	38,3	85,0	88,1
6,5	21,7	20,0	38,5	90,0	92,2
7,0	22,6	25,0	42,4	100,0	100,0

Таким образом, в данном проекте процент интенсивности внутристанционной нагрузки $K_{вн_i}$ составляет (табл.3.2).

Таблица 3.2 - Процент интенсивности внутристанционной нагрузки

	η	$K_{ВН1}$
АТС	12,5	31
МСС	87,5	92,2

Внутристанционные ИН рассчитываются по формуле:

$$Y_{вн_i} = \frac{K_{вн_i} \cdot Y_{вых_i}}{100} , \quad (3.6)$$

$$Y_{вн_АТС} = \frac{31 \cdot 1,5}{100} = 0,465 \text{ Эрл};$$

$$Y_{вн_МСС} = \frac{92,2 \cdot 10,5}{100} = 9,681 \text{ Эрл.}$$

Интенсивность нагрузки к УСС составляет 5% от интенсивности исходящей нагрузки, таким образом:

$$Y_{УСС_i} = 0,05 \cdot Y_{вых_i}, \quad (3.7)$$

$$Y_{УСС_АТС} = 0,05 \cdot Y_{вых_АТС} = 0,05 \cdot 1,5 = 0,075 \text{ Эрл;}$$

$$Y_{УСС_МСС} = 0,05 \cdot Y_{вых_МСС} = 0,05 \cdot 10,5 = 0,525 \text{ Эрл.}$$

Интенсивность исходящей нагрузки рассчитывается по формуле:

$$Y_{исх_i} = Y_{вых_i} - Y_{УСС_i} - Y_{вн_i}, \quad (3.8)$$

$$Y_{исх_АТС} = 1,5 - 0,075 - 0,465 = 0,96 \text{ Эрл;}$$

$$Y_{исх_МСС} = 10,5 - 0,525 - 9,681 = 0,294 \text{ Эрл}$$

Также необходимо определить ИН в направлении от АТС к МСС и обратно. Данный параметр вычисляется по формуле:

$$Y_{ij} = \frac{Y_{исх_АТС} \cdot Y_{исх_МСС}}{\sum_{k=1}^n Y_{исх_k} - Y_{исх_i}}, \quad (3.9)$$

$$Y_{АТС_МСС} = 0,294 \text{ Эрл,}$$

$$Y_{МСС_АТС} = 0,96 \text{ Эрл.}$$

В таблице 3.3 представлена матрица телефонных нагрузок.

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 3.3 - Матрица телефонных нагрузок

	атс	мсс	УСС
АТС		0,294	0,075
МСС	0,96		0,525

3.2 Расчет трафика проектируемой МСС

При оценке трафика необходимо использовать параметры, основанные на статистических данных. В таблице 3.4 представлены значения таких параметров.

Таблица 3.4 – Значения параметров

Параметр	Обозначение	Значение Вызов/с
1	2	3
Количество сетевых узлов для подключения абонентов, пользующихся услугой Triple Play	$N_{уз}$	3
Число абонентов сети	$N_{аб}$	210
<i>Количество абонентов, пользующихся услугой Triple Play одном сетевом узле</i>		
Число абонентов на сетевых узлах	$N_{аб.1}$	70
Число абонентов, пользующихся услугой Internet	$N_{аб.1(Int.)}$	70
Число абонентов, пользующихся услугой IP-телефонии	$N_{аб.1(VoIP)}$	30
Число абонентов, пользующихся услугой IPTV	$N_{аб.1(IP-TV)}$	10
<i>Необходимые значения параметров для расчета трафика</i>		
Интенсивность заявок, поступивших от абонента, пользующегося услугой Internet в единицу времени	$\gamma_{аб.(Int.)}$, [ВЫЗ/с]	0,0000345
Интенсивность заявок, поступивших от абонента, пользующегося услугой IP-телефонии в единицу времени	$\gamma_{аб.(VoIP)}$, [ВЫЗ/с]	0,0000579
Интенсивность заявок, поступивших от абонента, пользующегося услугой IPTV в единицу времени	$\gamma_{аб.(IP-TV)}$, [ВЫЗ/с]	0,0000694
Длительность сеанса связи абонента, пользующегося услугой Internet	$T_c(Int.)$, [с]	0,02
Длительность сеанса связи абонента, пользующегося услугой IP-телефонии	$T_c(VoIP)$, [с]	100
Длительность сеанса связи абонента, пользующегося услугой IPTV	$T_c(IP-TV)$, [с]	1
Коэффициент замыкания нагрузки на одном узле связи	K_1	0,35
Коэффициент замыкания нагрузки, генерируемый i-ым узлом к узлам проектируемой сети	K_2	0,25
Коэффициент замыкания нагрузки, генерируемый i-ым узлом к узлам другой сети	K_3	0,4

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

Для расчета трафика, генерируемого абонентами, используют следующую последовательность действий.

1. Рассчитывается математическое ожидание числа пакетов.

$$\gamma_i^{(k)} = N_{аб.i}^{(k)} \cdot \gamma_{аб.i}^{(k)} \cdot T_c^{(k)}, \quad (3.10)$$

где i – номер узла, k – индекс, определяющий вид услуги, $N_{аб.i}^{(k)}$ – количество абонентов, использующих k -ую услугу на i -ом узле, $\gamma_{аб.i}^{(k)}$ – интенсивность заявок, поступивших от абонента, использующего k -ую услугу в единицу времени на i -ом узле, $T_c^{(k)}$ – средняя длительность сеанса связи абонента, использующего k -ую услугу в единицу времени.

$$\gamma_{1(Int)} = 70 \cdot 0,0000345 \cdot 0,02 = 0,0000483 [\text{бит} / \text{с}] = 4,17 [\text{бит} / \text{сутки}]$$

$$\gamma_{1(VoIP)} = 10 \cdot 0,0000579 \cdot 100 = 0,0579 [\text{бит} / \text{с}] = 5002,56 [\text{бит} / \text{сутки}]$$

$$\gamma_{1(IP-TV)} = 30 \cdot 0,0000674 \cdot 1 = 0,002022 [\text{бит} / \text{с}] = 174,7008 [\text{бит} / \text{сутки}]$$

2. Рассчитывается математическое ожидание числа пакетов, генерируемых абонентами i -ого узла связи.

$$\gamma_{\Sigma i} = \sum_{k=1}^k \gamma_i^{(k)}, \text{ бит/с} \quad (3.11)$$

$$\gamma_{\Sigma 1} = 0,0000483 + 0,0579 + 0,002022 = 0,0599703 [\text{бит} / \text{с}]$$

3. Оценивается распределение пакетов из всего числа пакетов, генерируемых узлом i .

Рассчитывается поток пакетов, замыкаемый на данном узле связи.

$$\gamma_{\text{зв}i.i} = K_{li} \cdot \gamma_{\Sigma i} \quad (3.12)$$

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где K_{1i} – коэффициент замыкания нагрузки на одном узле связи

$$\gamma_{зам.1} = 0,35 \cdot 0,0599703 = 0,020989605 [\text{бит} / \text{с}]$$

Рассчитывается поток пакетов, генерируемый i -ым узлом к узлам проектируемой сети.

$$\gamma_{выд.i} = K_{2i} \cdot \gamma_{\Sigma i}, \quad (3.13)$$

где K_{2i} – коэффициент замыкания нагрузки, генерируемой i -ым узлом к узлам проектируемой сети

$$\gamma_{выд.1} = 0,25 \cdot 0,0599703 = 0,014992575 [\text{бит} / \text{с}]$$

Рассчитывается доля пакетов, генерируемых i -ым узлом к узлам другой сети.

$$\gamma_{др.с.i} = K_{3i} \cdot \gamma_{\Sigma i}, \quad (3.14)$$

где K_{3i} – коэффициент замыкания нагрузки, генерируемой i -ым узлом к узлам другой сети

$$\gamma_{др.с.1} = 0,4 \cdot 0,0599703 = 0,02398812 [\text{бит} / \text{с}]$$

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

3.3 Расчет предполагаемых нагрузок проектируемой мультисервисной сети связи

В рамках данного проекта необходимо спроектировать мультисервисную сеть связь для 210 абонентов. Проектируемая мультисервисная сеть должна иметь возможность предоставления услуг широкополосной передачи данных всем 210 абонентам, услуг IPTV – 90 абонентам, услуг IP-телефонии – 30 абонентам. Для расчета предполагаемой нагрузки необходимо определить требуемую полосу пропускания для каждого вида предоставляемых услуг:

- широкополосный доступ в Internet – 50 Мбит/с;
- IP-телефония – 64 кбит/с;
- IPTV – 10 Мбит/с.

В рамках данного проекта предполагается расчет на всех участках мультисервисной сети связи. При этом предполагается оценка при средней и максимальной нагрузке на коммутатор того или иного уровня.

При максимальной нагрузке на один коммутатор уровня доступа предполагается обслуживание 14 абонентов, причем при условии, что каждый будет использовать полный пакет услуг. В этом случае нагрузка на коммутатор составит:

- широкополосный доступ в Internet – $14 \cdot 50 = 700$ Мбит/с;
- IP-телефония – $14 \cdot 64 = 896$ кбит/с;
- IPTV – $14 \cdot 10 = 140$ Мбит/с.

Таким образом, максимальная нагрузка на один коммутатор, сумма по всем видам услуг:

$$700 + 0,896 + 140 = 840,896 \text{ Мбит/с.}$$

Это означает, что на участке между коммутатором доступа и коммутатором агрегации необходимо использовать технологию со скоростью передачи не менее 840,896 Мбит/с. Такая скорость передачи информации может быть обеспечена с использованием технологии GigabitEthernet.

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Для правильного выбора оборудования необходимо также оценить нагрузку на один коммутатор уровня агрегации. В рамках данного проекта на каждый коммутатор уровня агрегации предполагается нагрузка от 5 коммутаторов доступа.

В случае максимальной нагрузки на коммутатор агрегации он будет обслуживать $14 \cdot 5 = 70$ абонентов, использующих услугу широкополосного доступа к Internet, 70 абонентов, пользующихся услугой IPTV и 30 абонентов, пользующихся услугой IP-телефонии. Тогда нагрузка по каждому виду услуг составит:

- широкополосный доступ в Internet – $70 \cdot 50 = 3500$ Мбит/с;
- IP-телефония – $30 \cdot 64 = 1920$ кбит/с;
- IPTV – $70 \cdot 10 = 700$ Мбит/с.

Таким образом, максимальная нагрузка на коммутатор агрегации составит:

$$3500 + 1,92 + 700 = 4201,92 \text{ Мбит/с.}$$

Это значит, что на участке между коммутатором агрегации и маршрутизатором уровня ядра необходимо обеспечить передачу данных со скоростью не менее 4201,92 Мбит/с. Обеспечить такую скорость передачи можно с использованием технологии 10GigabitEthernet.

Необходимо также оценить максимальную нагрузку на проектируемую мультисервисную сеть связи. При этом предполагается одновременное обслуживание всех абонентов проектируемой мультисервисной сети связи. Таким образом, предполагается предоставление услуг широкополосной передачи данных всем 210 абонентам, услуг IPTV – 90 абонентам, услуг IP-телефонии – 30 абонентам. Тогда максимальная нагрузка по каждому виду услуг составляет:

- широкополосный доступ в Internet – $210 \cdot 50 = 10500$ Мбит/с;
- IP-телефония – $30 \cdot 64 = 5760$ кбит/с;
- IPTV – $90 \cdot 10 = 900$ Мбит/с.

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Таким образом, максимальная нагрузка на маршрутизатор уровня ядра составит:

$$10500 + 5,76 + 900 = 11405,76 \text{ Мбит/с.}$$

Для обеспечения такой пропускной способности необходимо использовать не менее двух коммутаторов ядра, поддерживающих технологию 10GigabitEthernet. Очевидно, что при реальной эксплуатации сети связи не все абоненту будут одновременно обращаться ко всем видам телекоммуникационных услуг. Поэтому для реализации проектируемой мультисервисной сети связи на уровне ядра предполагается использование 2 маршрутизаторов, к каждому из которых подключается 3 коммутатора уровня агрегации.

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

4 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ И ЛИНЕЙНО-КАБЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ СВЯЗИ ПРОЕКТИРУЕМОЙ СЕТИ АБОНЕНТСКОГО ДОСТУПА В РАЙОНЕ БЕНГЕЛА Г. БЕНГЕЛА РЕСПУБЛИКИ АНГОЛА

4.1 Выбор оборудования уровня доступа

Для построения сети в районе Бенгела, г. Бенгела, выбираем технологию FTTH. Потому что технология обладает высокой надежностью, конфиденциальностью, и взломать или прослушать технологию невозможно. Также технология не нуждается в использовании дистанционного питания, и обладает простотой переконфигурации сети за счет установки в основных узлах распределения оптических кроссовых шкафов. При применении технологии FTTB волоконно-оптический кабель вводим на цокольный этаж, потом волоконно-оптический кабель подключаем к устройству ONU (Optical Network Unit). В том же месте устанавливаем антивандальный телекоммуникационный шкаф. В шкафу устанавливаем пассивное оборудование- кросс и активное- коммутатор. Для оператора связи устанавливаем терминал оптической линии OLT (Optical Line Terminal). OLT- это устройство, определяющее параметры обмена трафика с абонентскими устройствами ONU. После этого от шкафа по стоякам разводятся многопарные кабели UTP.

А при применении технологии FTTH подразумевается то, что у волоконно-оптических линий связи (ВОЛС), выходы оптических узлов связаны с абонентскими терминалами, например, STB (Set-Top-Box) или телевизором. То есть технология FTTH представляет собой большее число ОУ и более протяженные ВОЛС, в сравнении с любой другой технологией. Одним из важнейших достоинств технологии FTTH является простота построения параллельных сетей. Также одним из важных фактов для технологии FTTH является быстрое развертывание даже на устаревших сетях, которые работают

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

до 240 МГц, что отличает ее от других технологий.

4.2 Расчет оптического бюджета

При организации сети доступа нужно прежде всего уточнить расположение узла активного оборудования OLT. Прежде чем устанавливать оборудование в помещении, необходимо согласоваться с рядом требований, регламентирующих условия электропитания, заземления, освещения, пожаробезопасности. Поэтому активное оборудование OLT рационально установить в помещении АТС, находящийся по адресу ул. R de Angola (рисунок 4.1).

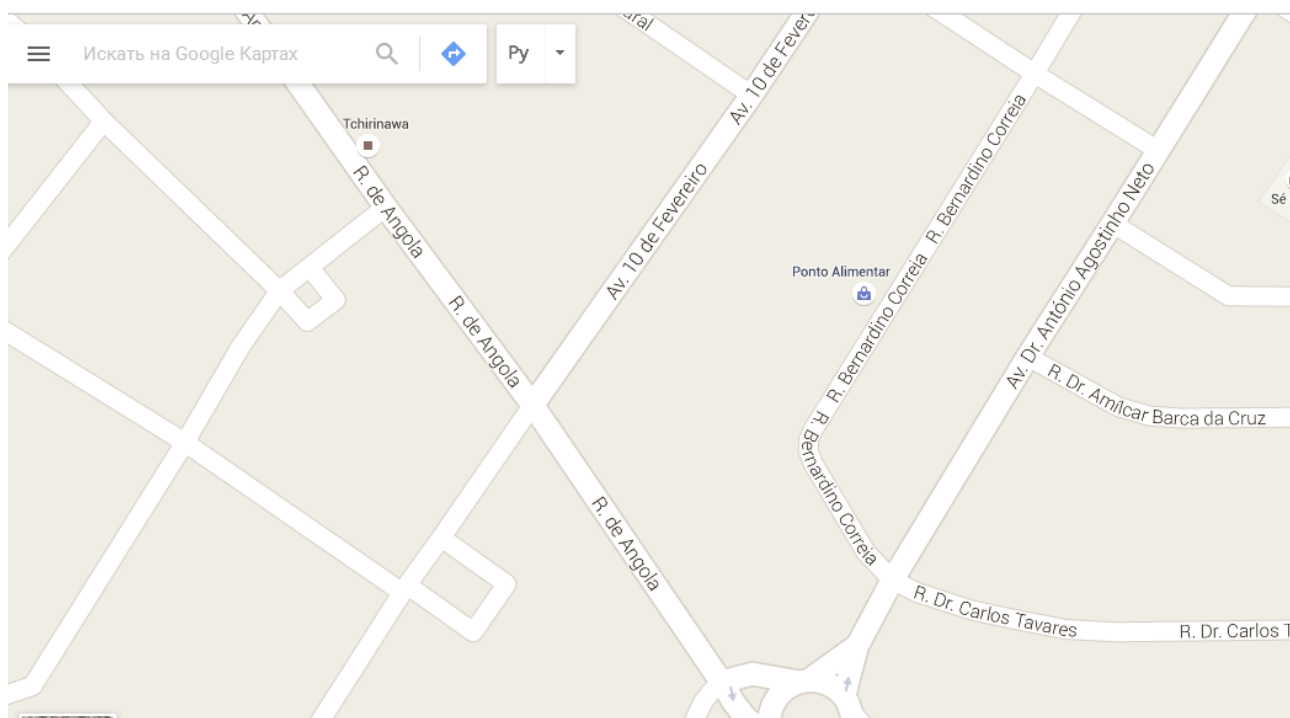


Рисунок 4.1 – Схема помещения АТС

Такое решение обусловлено удобством обслуживания линейного оборудования, непосредственной близостью узла к району, где будет происходить строительство сети доступа и в дальнейшем ее обслуживание, а также соответствии данного сооружения технологическим и другим требованиям, предъявляемым к помещениям, в которых располагается оборудование связи.

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Оборудование компании ZyXEL Fiberhome AN5516- 04 относится последнему поколению устройств широкополосного доступа и имеет возможность использования гибкой интеграции в IP-сети оператора, синхронно поддерживает две технологий GPON и GEPON, высокой плотностью портов, обеспечивает подключение до 1024 абонентов (при применении оптических сплиттеров 1:64). Оборудование ZyXEL обладает высокой пропускной способностью каналов GPON 2,5 Гбит/с, развитой поддержкой многоадресных рассылок, надежной защитой трафика абонента, поэтому выбор оборудования является оптимальным при использовании услуги Triple Play.



Рисунок 4.2 – Оборудование OLT «AN5116- 04» на 16 портов

AN5516-04 занимает в 19” стойке 2 юнита, в максимальной конфигурации шасси вмещает 1 модуль управления и коммутации, совмещенный с магистральным модулем, 2 линейных модуля, 1 модуль питания, 1 вентиляторный модуль, и обеспечивает “горячую” замену линейных модулей со 100 % резервированием критически важных узлов, магистралей и услуг. Модуль управления и коммутации, совмещенный с магистральным модулем HSUA, осуществляет управление остальными модулями в шасси и коммутирует трафик. Модуль оснащен интерфейсом Fast Ethernet для внесетевого управления, консольным портом и 6 слотами 1Гбит/с SFP в качестве магистральных интерфейсов. Линейные модули GC4B и EC4B снабжены 4-мя SFP-слотами для подключения абонентов по технологии GPON и GEPON соответственно, а GC8B и EC8B – 8-ю слотами. В сумме 6 модулей обеспечивают до 48 портов PON, что при коэффициенте деления канала 1:64 дает до 1024 абонентов на шасси.

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Существует два типа модулей питания: PWRD и PWRA. Первый предназначен для питания от сети постоянного тока -48 В и имеет два разъема для подключения источника питания, которые поддерживают резервирование. Второй предназначен для питания от сети переменного тока 220 В. GPON/GPON-коммутатор AN5516-04 обеспечивает неблокируемое продвижение сетевого трафика и оптимальную доставку данных абонентам со сквозной трансляцией классов обслуживания в IP, Ethernet и PON-сетях.

Коммутатор способен обработать более 60 IGMP-запросов в секунду на присоединение/отключение от групп рассылки и обеспечивает переключение между группами рассылки (например, телевизионными каналами) менее чем за 250 миллисекунд (fast zapping). Все эти функции позволяют предложить абонентам высококачественные услуги IP-телефонии, видеоконференцсвязи и телевидения.

Таблица 4.1 – Технические характеристики OLT AN5516- 04

Параметр	Значение
Мощность передатчика	от +2 до +7 дБ в соответствии с 1000BASE-PX20-D, 1000BASE-PX20-U
Чувствительность приемника	от -30 до -6 дБ
Бюджет оптической мощности upstream/downstream	30,5 дБ/30 дБ

Далее оборудование OLT подключается к оптическому кроссу высокой плотности с помощью оптических патчкордов.

Оптический кросс высокой плотности (рисунок 3.3) необходим для монтажа магистрального оптического кабеля с последующей коммутацией оптических линий. Оптический кросс имеет три кабельных ввода, которая дает возможность без труда подключить кабель.

Структура строения оптического кросса фиксирует вводимый оптический кабель по оболочке при помощи хомута, а также закрепляет силовой элемент при помощи винтового зажима.



Рисунок 4.3– Кросс оптический стоечный на 16 оптических портов SC/UPC, с комплектом розеток и пигтейлов

В комплекте кросс имеет две универсальные сплайс кассеты, крышки для сплайс-кассеты, адаптер планки, заглушка, оптический адаптер SC, пигтейл, комплект КЗДС. Оптический порт установлен на сменной адаптерной планке.

Следующий этап построения сети- это магистральный и распределительный участок. При проектировании магистрального участка выбираем ВОК ИКБ-М4П-А48-8,0 предназначенный специально для прокладки в грунтах, по мостам, эстакадам, а также в кабельной канализации. Условные обозначения ВОК представлены в таблице 3.

Таблица 4.2 – Условные обозначения ВОК ИКБ-М4П-А48-8,0

Параметр	Значение
ИК	оптический кабель марки «Интегра-Кабель»
Б	тип защитного бронепокрова (повив из круглых стальных оцинкованных проволок)
М	тип сердечника (повив модулей)
4	количество элементов повива сердечника
П	тип осевого элемента сердечника кабеля (стеклопластиковый пруток)
А	тип оптического волокна (одномодовое, ITU-T G.655)
48	количество оптических волокон в кабеле
8.0	максимально допустимое растягивающее усилие кабеля, в кН

В таблице 4.3 представлены основные технические характеристики
ВОК ИКБ-М4П-А48-8,0

Таблица 4.3 – Технические характеристики ВОК ИКБ-М4П-А48-8,0

Параметр	Значение
Конструкция	Модульная
Количество оптических волокон в кабеле	48
Количество элементов повива сердечника	4 – 27
Номинальный наружный диаметр кабеля, мм, от	12
Масса кабеля, кг/км, от	220
Длительно допустимая растягивающая нагрузка, кН	2,5 – 80,02
Допустимая раздавливающая нагрузка, кН/см	0,4 – 1,0
Допустимое ударное воздействие, не менее, Дж	103
Минимальный радиус изгиба	20 \varnothing кабеля
Рабочий диапазон температур, °С	от – 40°С до + 50°С
Температура прокладки и монтажа, не менее, °С	–10°С

На рисунке 4.4 изображена конструкция ВОК ИКБ-М4П-А48-8,0:

1. Центральный силовой элемент;
2. Оптическое волокно;
3. Внутримодульный гидрофобный наполнитель;
4. Оптический модуль;
5. Гидроизоляция сердечника: гидрофобный наполнитель или водоблокирующие элементы;
6. Промежуточная оболочка – полиэтилен;
7. Гидроизоляция бронирующего слоя: гидрофобный наполнитель или водоблокирующие элементы;
8. Броня из круглых оцинкованных проволок;
9. Защитная оболочка: полиэтилен или полимер, не распространяющий горение;



Рисунок 4.4 – Конструкция ВОК ИКБ-М4П-А48-8,0

Зона магистральной сети – территория, удаленная от АТС на значительное расстояние. Зона магистральной сети оканчивается ОРШ или оптической муфтой со сплиттерами. Для прокладки от АТС должен использоваться легко бронированный ВОК имеющий модульную структуру типа ИКБ, емкостью не менее 48 оптических волокон (приложение Б). При выборе типа магистральной муфты следует учитывать: при вводе 48 ОВ магистрального кабеля, количество кассет в муфте должно быть не меньше 20 для сварки волокон и 12 кассет для размещения сплиттеров. Герметизация муфты и вводов должна быть механическая. При ответвлениях от основного магистрального ВОК в частном секторе рекомендуется также использовать ВОК многомодульной конструкции, с 4 ОВ в модуле.

Главная задача магистрального участка, подвести требуемое количество ОВ максимально близко к сконцентрированной группе абонентов наиболее оптимальным образом с учетом топологии и емкости кабельной канализации.

Распределительный участок – это участок от оптических муфт до этажных распределительных элементов сети ОРК, которые устанавливаются в многоэтажных жилых зданиях. При расчете емкости распределительного кабеля подводимого к многоэтажному дому и на вводе в подъезд следует учитывать что, емкость распределительного кабеля вводимого в ОРК должна быть не менее 2 ОВ. Для построения распределительного участка в данном микрорайоне нам потребуются: 8 универсальных муфт, 5 ОРШ(оптический распределительный шкаф), 24 ОРКсп(оптическая распределительная коробка сплиттерная) для каждого подъезда, по 24 сплиттеров 1×8 и 1×16, 1 сплиттер 1×4 которую установим на магистральном участке, протяжная коробка КРЭ на каждом этаже, 485 высокоскоростных роутеров.

Муфта оптическая типа STC-HTS (рисунок 3.6) 48 портов представляет собой устройство, предназначением которого являются соединение (разветвление) строительных длин оптических кабелей и подведение их к станционным сооружениям, а также защита мест этих соединений

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

(разветвлений) от механических воздействий. Механическая непрерывность обеспечивается за счет соединения оболочек кабелей и их центральных элементов. Электрическая непрерывность достигается путем токопроводящих соединений металлических центральных элементов (если имеются) между собой или с внешними точками заземления. Кроме того, муфта должна обеспечивать упорядоченное размещение сростков в соединительных кассетах и хранение резервной длины жгутовых модулей с полый оболочкой. Оптическая муфта является пассивным компонентом волоконно-оптических линий связи. Кабель вводят со стороны основания и закрывают внешним кожухом; проходные. Используются, когда кабели вводятся симметрично с разных, противоположных друг другу сторон.



Рисунок 4.6 – Оптическая универсальная муфта типа STC-HTS

Характеристика оптической универсальной муфты STC- HTS:

- муфты оптические проходные;
- модель: STC-HTS;
- количество портов: 48;
- размеры: 330×186×125 (340×200×140), мм;
- вес: 2,2 (3,5), кг;
- оптические кассеты: 4 x 24 волокна (STT-SL).

При проектировании распределительного участка выбираем ВОК ИК-М6П-А6-1,7 (Рисунок 3.7). Оптический кабель предназначен для прокладки в пластмассовый трубопровод на основе модульной конструкции. Также

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

оптические кабели марки ИК предназначены для прокладки в кабельной канализации, на мостах и эстакадах, в трубах (в том числе методом пневмопрокладки в специальных защитных пластмассовых трубах). В таблице 5 представлены основные технические характеристики ВОК ИК-М6П-А6-1,7.

Таблица 4.5 – Технические характеристики ВОК ИК-М6П-А6-1,7

Параметр	Значение
Конструкция	Модульная
Количество оптических волокон в кабеле	6
Количество элементов повива сердечника	6
Тип оптического волокна	одномодовое
Тип осевого элемента сердечника кабеля	стеклопластиковый пруток
Длительно допустимая растягивающая нагрузка, кН	1,7



Рисунок 4.7 – ВОК ИК-М6П-А6-1,7

Таким образом ВОК ИК-М6П-А6-1,7 прокладывается от оптической универсальной муфты до ОРКсп (оптическая распределительная коробка сплиттерная). Ниже на рисунке 3.8 изображена схема построения распределительного участка 5- микрорайона.

Оптическая распределительная коробка ОРКсп (рисунок 3.9) необходима для коммутации волокон распределительных и абонентских оптических кабелей

по технологии FTTx по этажам. В ОРКсп устанавливаются оптические PLC сплиттеры с делением от 1x2 до 1x16. Оптический сплиттер является пассивным оптическим многополюсником с установленным количеством входных и выходных портов, при этом не нуждающийся в питании.

Основная задача оптического сплиттера заключается в том, что перераспределение излучения, подающиеся во входные порты, распределялись на выходной порт.



Рисунок 4.9 – Оптическая распределительная коробка сплиттерная

Оптические сплиттеры применяют при организации сети ФТТН, а также используют в системе передачи видеосигнала по оптическому каналу. Расположение сплиттеров зависит от сетевой топологии технологии FTTx. Оптические сплиттеры делятся на два вида по технологии изготовления: планарные и сплавные. Самым простым методом изготовления является сплавной сплиттер, потому что его вырабатывают методом сплавления двух или нескольких ОВ. Планарный сплиттер (рисунок 4.10) намного превосходит сплавной сплиттер, так как он более стабильный, точный, имеющий небольшое затухание, а также не большое подвержение механическим воздействиям.

Основная часть организации сети PON – расчет оптического бюджета. Требуемый запас ВОК, зависит от видов соединителей и применяемого оборудования. При нулевом запасе мощности необходимо точно проложить волоконно-оптическую линию, для того чтобы преодолеть потери в ВОК. Поэтому нулевого варианта не должно быть.

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59



Рисунок 4.10 – Планарный сплиттер

На рисунке 4.11 изображена схема построения сети в абонентском участке.

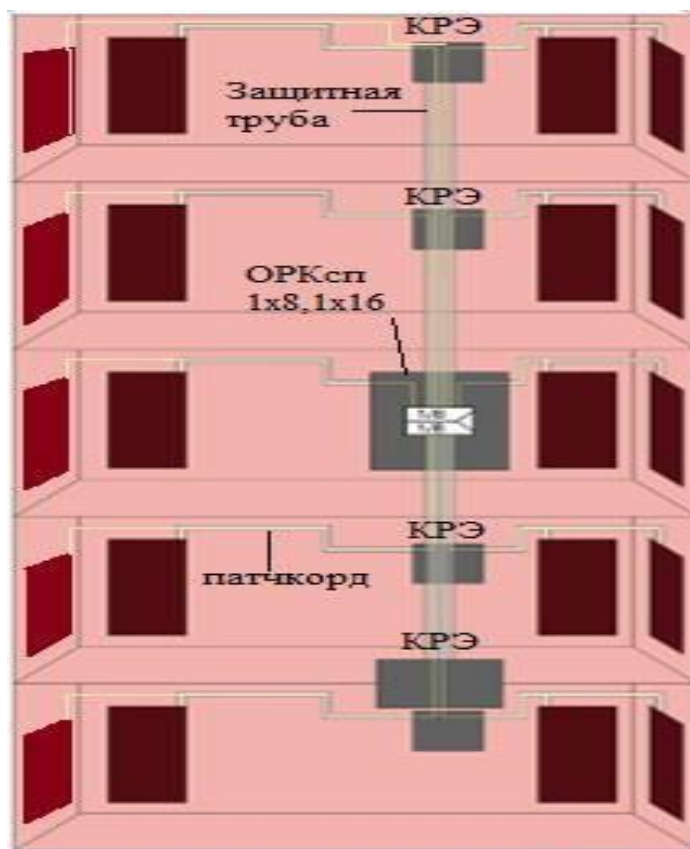


Рисунок 4.11 – Схема построения сети в абонентском участке

Максимальный уровень сигнала, необходимый для расчета оптического бюджета (на выходе передатчика линейной платы стационарного терминала

OLT) и ONT приведены в таблице 4.6, 4.7.

Таблица 4.6 – Технические характеристики OLT AN5116-04

Параметр	Значение
Выходная мощность передатчика	4 дБм
Чувствительность приемника	-30 дБм
Бюджет оптической мощности upstream/downstream	30,5 дБ/32 дБм

Таблица 4.7– Технические характеристики ONT PSG1282N-22

Параметр	Значение
Выходная мощность передатчика	0,5 дБм
Чувствительность приемника	-28 дБм
Бюджет оптической мощности upstream/downstream	30,5 дБ/32 дБм

В дипломном проекте для расчета оптического бюджета необходимо посчитать количество разъёмных и сварных соединений, сплиттеров, а также рассчитать среднее затухание кабеля на километр для каждого потока. В проектируемом микрорайоне каждый абонент находится на разном расстоянии друг от друга, поэтому в каждом ONT мощность на входе будет различной. Поэтому чтобы построить согласованную сеть, необходимо выбрать сплиттер учитывающий не только количество подключаемых абонентов, но и регулирующий уровень мощности на входе каждого ONT.

Оптическим бюджетом принято считать максимальное значение затухания в оптическом волокне от OLT коммутатора до ONT.

Таким образом архитектура построения сети доступа выбрана централизованна, так как установленные разветвители включены в

индивидуальный порт OLT. Для каждой оптической линии представим все потери (между OLT и ONT) в виде суммы затуханий A_{Σ} всех компонентов для потока downstream к абонентским терминалам. Передача к абоненту ведется на длине волны 1490нм. Мощность зависит от общей длины магистрального кабеля до микрорайона, наличия разветвителей и соединений (сварных и разъемных). На рисунке 3.12 изображен фрагмент проектируемой сети доступа и различные соединения, вносящие потери.

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

5 РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПОСТРОЕНИЮ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ СЕТИ АБОНЕНТСКОГО ДОСТУПА В РАЙОНЕ БЕНГЕЛА Г. БЕНГЕЛА РЕСПУБЛИКИ АНГОЛА

Разработанная в проекте мультисервисная сеть связи для жилого комплекса районе Бенгела г. Бенгела республики Ангола построена на базе технологии Ethernet с использованием волоконно-оптических линий связи на участках ядро-агрегация и агрегация-доступ.

В соответствии с выбранной схемой организации связи оборудование уровня ядра предлагается располагать в здании ближайшей АТС, расположенной в г.Бенгела не более чем в 5км от центра. Так как оборудования уровня агрегации должно обслуживать жителей одного подъезда, то коммутатор уровня агрегации целесообразно располагать в подвальном помещении подъезда. При этом необходимо использовать защитные шкафы. Коммутаторы доступа, обслуживающие жителей нескольких этажей предлагается размещать на этажах, используя при этом антивандальные шкафы.

Как было отмечено ранее, в проектируемой мультисервисной сети связи предполагается использование 15 коммутаторов доступа, у каждого из которых 24 порта. На уровне агрегации предполагается использование 3 коммутаторов, по 12 портов каждый. В свою очередь, уровень ядра организуется двумя маршрутизаторами, по 8 портов каждый.

Выбор абонентского оборудования сети связи не предусмотрен проектом. В качестве абонентского оборудования могут выступать телефоны, телевизоры или компьютеры, которые подключаются к сети с использованием домашних коммутаторов или, так называемых, HomeSwitch.

Схема организации связи районе Бенгела г. Бенгела республики Ангола представлена на рисунке 5.1

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

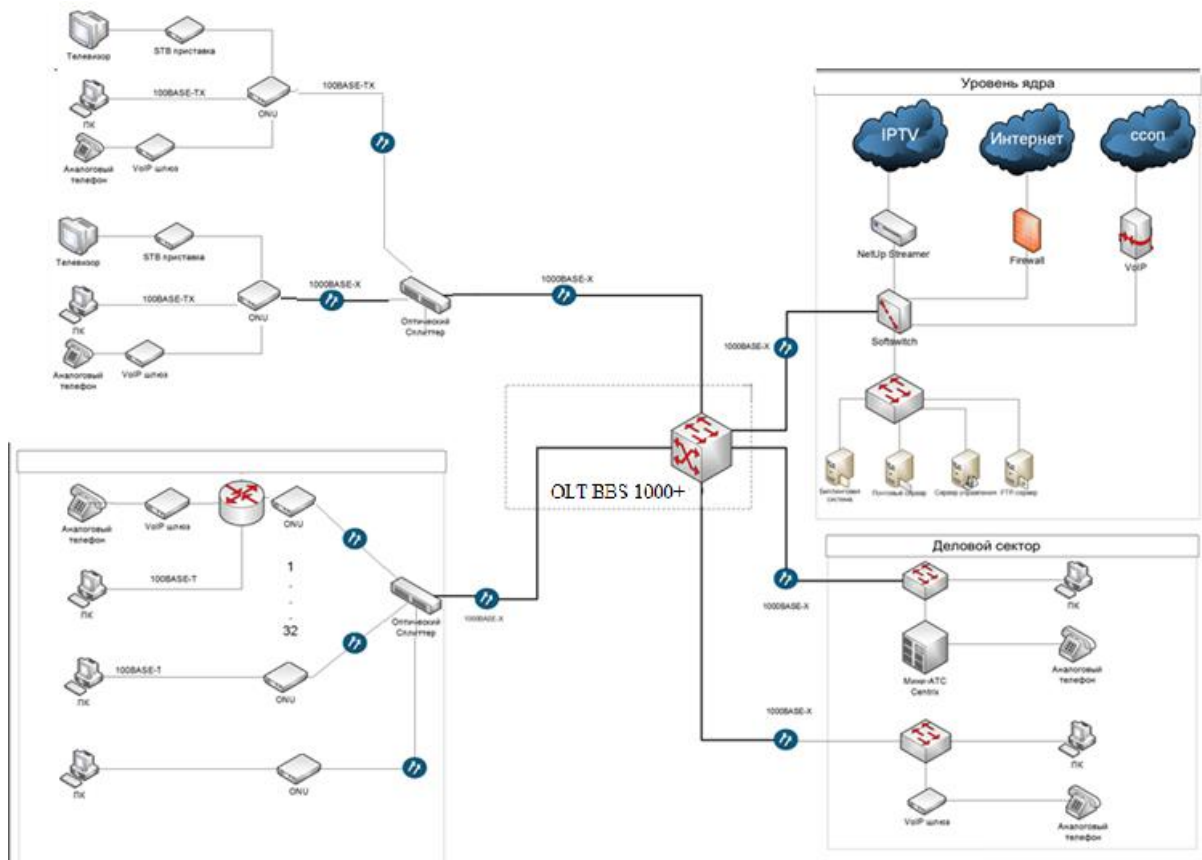


Рисунок 5.1 – Проектируемая схема организации связи в районе Бенгела г. Бенгела республики Ангола

Также в рамках данного проекта была разработана схема трассы прокладки кабеля, представленная на рисунке 5.2.



**Рисунок 5.2 – Схема трассы прокладки кабеля в районе Бенгела
г. Бенгела республики Ангола**

Прокладку волоконно-оптического кабеля связи предполагается осуществлять в существующей кабельной канализации. Ввод кабеля в здание рекомендуется осуществлять через подвал, где будет расположено оборудование уровня агрегации. Далее волоконно-оптический кабель по внутрискладской кабельной канализации прокладывается от коммутаторов агрегации к коммутаторам доступа. От коммутаторов доступа связь предполагается осуществлять по медным линиям связи категории UTP cat5e, которые предполагается прокладывать в защитном кабель-канале.

6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТА

ОБОСНОВАНИЕ

6.1 Оценка капитальных вложений в проект

Для оценки экономических характеристик проекта необходимо оценить капитальные вложения, необходимые для его реализации. К капитальным вложениям относят:

- 1 стоимость оборудования;
- 2 установка и монтаж оборудования;
- 3 стоимость кабеля;
- 4 транспортные расходы (тара и упаковка, таможенные расходы);
- 5 прочие затраты (техническая документация, обучение специалистов, страховка);
- 6 прочие непредвиденные расходы.

Общие капитальные вложения на приобретение оборудования могут быть вычислены по формуле:

$$K_{об} = \sum_{i=1}^N K_i, \text{ руб} \quad (6.1)$$

где $K_{об}$ – суммарный объем затрат на приобретение оборудования, руб; K_i – общая стоимость одной позиции (типа оборудования); N – количество позиций.

Затраты на приобретение и монтаж стационарного оборудования, а также стоимость волоконно-оптического кабеля определяются на контрактной и договорной основе с заказчиком и подрядчиком, что является коммерческой тайной предприятия, поэтому используются ориентировочные цены.

Размещение оборудования производится на существующих площадях,

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

поэтому затраты на строительство новых зданий не предусмотрены.

Расчет капитальных вложений в оборудование и материалы представлен в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Капитальные вложения в оборудование и материалы [13,14]

Наименование	Количество единиц	Стоимость за единицу руб.	Стоимость всего в руб.
NETGEAR JGS524	15	10 480	157 200
NETGEAR XS712T	3	112 554	337 662
NETGEAR XS708E	2	61 020	122 040
Сервер HP Net Server LX Pro 6/200 SMP +ПО	1	780 000	780 000
Биллинг Traffic Inspector	1	12 000	12 000
Оборудование для обслуживания		20 000	20 000
Оптический кросс ОК-70	1	30000	30 000
Муфта оптическая МТОК	7	3000	21 000
Документация		5 000	5 000
Оплата разработки проекта		100 000	100 000
ИТОГО:			1 584 902

Необходимо также учитывать затраты на строительные-монтажные работы $K_{смр}$, которые составляют порядка 20% от стоимости оборудования; затраты на тару и упаковку $K_{м/у}$, составляющие 0,5% от стоимости оборудования; затраты на транспортные расходы $K_{тр}$, составляющие 4% от стоимости оборудования; заготовительно-складские затраты $K_{зсз}$, составляющие порядка 1,2% от стоимости оборудования; непредвиденные расходы $K_{нр}$, составляющие порядка 3% от стоимости оборудования.

Тогда капитальные вложения в оборудование, материалы и строительные-монтажные работы составят порядка:

$$\begin{aligned}
 KB_{об} &= K_{об} + K_{смр} + K_{м/у} + K_{т.р} + K_{зсз} + K_{нр} = 1584902 + 0,2 \cdot 1584902 + \\
 &+ 0,005 \cdot 1584902 + 0,04 \cdot 1584902 + 0,012 \cdot 1584902 + 0,03 \cdot 1584902 = \\
 &= 203976887 \text{ руб.}
 \end{aligned}$$

Капитальные вложения на строительство и ввод в эксплуатацию линейно-кабельных сооружений является суммой инвестиций на покупку кабелей связи

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

и монтаж.

Учитывая, что для реализации сети необходимо 6 км оптического кабеля связи и 10 км кабеля UTP cat5e, нетрудно вычислить, что инвестиции на закупку и монтаж линейно кабельных сооружений составят [18,19]:

$$KB_{ЛКС} = 10 \cdot 1000 + 6 \cdot 38000 + 6 \cdot 80000 = 10000 + 228000 + 480000 = 718000 \text{ руб.}$$

Таким образом, общий планируемый объем инвестиций (капитальных вложений) в проект составляет:

$$KB = KB_{об} + KB_{ЛКС} = 2039768,87 + 718000 = 2757768,87 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения на строительство и ввод в эксплуатацию линейно-кабельных сооружений представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения на строительство и ввод в эксплуатацию линейно-кабельных сооружений

Оборудование и материалы	Количество единиц	Стоимость, руб.	
		за единицу	всего
Кабель ОМЗКГм – 10 – 01 – 0,35 – 8 – (7,0), руб./км	25	50 000	1 250 000
Муфта, руб.	4	4 500	18 000
Итого:		1 268 000	
Стоимость СМР по прокладке кабеля		2 500 000	
Абонентские линии	1 000	8 000	8 000 000
Тара и упаковка, 0,5%		46 340	
Транспортные расходы, 4%		370 720	
Заготовительно-складские, 1,2%		1 112 160	
ИТОГО:		13 297 220	

Стоимость строительно-монтажных работ по прокладке кабеля

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

определяется по формуле

$$C_{\text{смп}} = L_{\text{к}} * 100\,000 \text{ руб./км.}, \text{ где}$$

$L_{\text{к}}$ - длина кабеля;

100 000 руб. - стоимость СМР 1 км. кабеля

$$C_{\text{смп}} = 25 * 100\,000 = 2\,500\,000 \text{ руб.}$$

Расходы по таре, упаковке, транспортные и заготовительно-складские рассчитываются по соответствующим процентам от суммы затрат на строительные-монтажные работы по прокладке.

Итак, общий планируемый объем инвестиций (капитальных вложений) в проект составляет:

$$KB = 111\,247\,918 + 13\,297\,220 = 124\,545\,138 \text{ руб. или } 124 \text{ млн. } 545 \text{ тыс.руб.}$$

6.3 Калькуляция эксплуатационных расходов

Эксплуатационными расходами называются текущие расходы предприятия на производство услуг связи. В состав эксплуатационных расходов входят все расходы на содержание и обслуживание сети. Эти расходы имеют текущий характер.

Эксплуатационные расходы по своей экономической сущности выражают себестоимость услуг связи в денежном выражении.

Для определения эксплуатационных расходов по проекту используем следующие статьи:

1. Затраты на оплату труда.
2. Единый социальный налог.
3. Амортизация основных фондов.
4. Материальные затраты.
5. Прочие производственные расходы.

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

6.3.1 Расходы на оплату труда

Для расчета годового фонда заработной платы необходимо определить численность штата производственного персонала. Данное оборудование не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала на всех узлах сети, поэтому применим коэффициент 0,2, т.е. из 8 часов рабочего дня каждый работник тратит на работу по обслуживанию нового оборудования 1,6 часа. Рекомендуемый состав персонала по обслуживанию станционного оборудования приведен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Состав персонала по обслуживанию станционного оборудования

Наименование должности	Плата за 1 час, руб.	Кол-во, чел.	Сумма з/пл, руб.	Обслуж. оборуд. Ахега, руб./мес.
Ведущий инженер	125	1	20 000	4 000
Инженер	93,75	2	30 000	3 000
Электромеханик (кросс)	43,75	1	7 000	1 400
Итого		4	57 000	8 000

Рекомендуемый состав линейного персонала приведен в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Состав персонала по обслуживанию линейного тракта

Наименование должности	Плата за 1 час, руб.	Кол-во, чел.	Сумма з/пл, руб.	Обслуж. оборуд. Ахега, руб./мес.
Инженер линейных сооружений	125	1	20 000	4 000
Кабельщик – спайщик 5 разряда	50	1	8 000	1 600
Кабельщик – спайщик 4 разряда	43,75	1	7 000	1 400
Электромонтер канализационных сооружений 4 разряда	43,75	1	7 000	1 400
Электромонтер линейных сооружений и абонентских устройств 5 разряда	46,875	1	7 500	1 500
Электромонтер линейных сооружений и абонентских устройств 4 разряда	43,75	1	7 000	1 400
Итого		6	56 500	11 300

Годовой фонд оплаты труда составит:

1. для линейного персонала

$$\Phi OT^{год} = CЗП * 12 * 1,04 * 1,25 = 11\,300 * 12 * 1,04 * 1,25 = 176\,280 \text{ руб.}$$

где 12 – количество месяцев в году;

1,04 – коэффициент, учитывающий доплату за работу с вредными условиями труда;

1,25 – размер премии (25 %);

2. для стационарного персонала.

$$\Phi OT^{год} = CЗП * 12 * 1,25 = 8\,000 * 12 * 1,25 = 120\,000 \text{ руб.}$$

Общий годовой фонд оплаты труда составит:

$$\Phi OT^{год} = \Phi OT^{год}_{вр. усл.} + \Phi OT^{год}_{без вр. усл.} = 176\,280 + 120\,000 = 296\,280 \text{ руб.}$$

6.3.2 Страховые взносы

Страховые взносы составляет 34 % от ФОТ и рассчитывается по формуле:

$$СВ = 0,34 * \Phi OT^{год} = 0,34 * 296\,280 = 100\,735 \text{ руб.}$$

6.3.3 Амортизационные отчисления

Под амортизацией понимается процесс постепенного возмещения стоимости основных фондов, переносимой на вновь созданную продукцию (услугу), в целях накопления средств для реконструкции и приобретения основных средств. Величина амортизационных отчислений определяется установленной долей ежегодных отчислений (норма амортизации) от стоимости основных средств. Рассчитаем сумму амортизационных отчислений согласно утвержденных норм амортизационных отчислений. [19]

Амортизационные отчисления на полное восстановление производственных фондов рассчитываются по формуле:

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$AO^{год} = \frac{\Phi_{перв} \cdot H_a}{100\%},$$

где $\Phi_{перв}$ – первоначальная стоимость основных фондов (приравнивается к капитальным вложениям);

H_a – норма амортизационных отчислений для данного типа оборудования и линейно-кабельных сооружений составляет 5%.

Итак, амортизационные отчисления равны:

$$AO^{год} = 124\,545 \cdot 5/100 = 6\,227\,250 \text{ руб.}$$

6.3.4 Материальные затраты

Величина материальных затрат включает в себя оплату электроэнергии для производственных нужд, затраты на материалы и запасные части и др. Эти составляющие материальных затрат определяются следующим образом:

а) затраты на оплату электроэнергии определяются в зависимости от мощности стационарного оборудования:

$$Z_{ЭН} = T \cdot 24 \cdot 365 \cdot P$$

где $T = 2,1$ руб./кВт . час – тариф на электроэнергию.

$P = 3,5$ кВт - мощность установок.

Тогда, затраты на электроэнергию составят

$$Z_{ЭН} = 2,1 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 3,5 = 64\,386 \text{ руб.}$$

б) затраты на материалы и запасные части составляют 3,5% от ОПФ:

Затраты на материалы и запасные части рассчитываем по формуле

$$Z_M = \frac{ОПФ \cdot 3,5\%}{100\%},$$

где ОПФ - это основные производственные фонды (капитальные вложения)

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

В итоге материальные затраты составляют:

$$Z_M = 124\,545 * 3,5/100 = 4\,359\,075 \text{ руб}$$

Таким образом, общие материальные затраты равны

$$Z_{ОБЩ} = Z_{ЭН} + Z_M = 64\,386 + 4\,359\,075 = 4\,423\,461 \text{ руб.}$$

6.3.5 Прочие расходы

Прочие расходы предусматривают общие производственные ($Z_{пр.}$) и эксплуатационно-хозяйственные затраты ($Z_{эк.}$):

$$Z_{пр} = 0,15 * \Phi O T^{год}$$

$$Z_{эк} = 0,25 * \Phi O T^{год}$$

Подставив значения в формулы (3.1.1) и (3.1.2), получаем

$$Z_{пр} = 0,15 * 296\,280 \text{ руб.} = 44\,442 \text{ руб.}$$

$$Z_{эк} = 0,25 * 296\,280 \text{ руб.} = 74\,070 \text{ руб.}$$

Таким образом, вычислим прочие расходы:

$$Z_{прочие} = 44\,442 + 74\,070 = 118\,512 \text{ руб.}$$

Результаты расчета годовых эксплуатационных расчетов сведем в таблицу 6.5.

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

Таблица 6.5 – Результаты расчета годовых эксплуатационных расходов

Наименование затрат	Сумма затрат, руб.	Структура, %
1. ФОТ	296 280	3
2. Страховые взносы	100 735	1
3. Амортизационные отчисления	6 227 250	55
4. Материальные затраты	4 423 461	40
5. Прочие расходы	118 512	1
Всего	11 142 535,8	100%

6.4 Определение тарифных доходов

Ввод в эксплуатацию нового оборудования на проектируемом участке сети приведет к росту тарифных доходов при увеличении емкости и предоставлении новых видов услуг связи. Рассчитаем сумму планируемого общего дохода от продаж услуг связи абонентам сети связи.

Тарифные доходы делятся на:

- разовые доходы (подключение новых абонентов);
- текущие доходы (абонентская плата).

В данном проекте предусматривается подключение 4000 новых абонентов пассивной оптической сети. Расчеты тарифных доходов на подключение новых абонентов представлены в таблице 6.6.

Таблица 6.6 – Доходы от подключения новых абонентов

Наименование	Стоимость подключения, руб.	Кол-во абонентов	Доход от подключения новых абонентов, тыс. руб.
Подключение абонентов			
– физические лица	4 313(без НДС)	1500	6469500
– юридические лица	7 000(без НДС)	70	490
Подключение к мультисервисным видам услуг:			
– физические лица	610	1000	6100
– юридические лица	950	70	66,5
Итого:			19 904,5

Доход от подключения новых абонентов составит 19 904,5 тыс. руб. - компенсирует капитальные вложения. Таким образом капитальные вложения составят:

$$KB = 124\,545 - 19\,904,5 = 104\,640,5 \text{ тыс. руб.}$$

Рассчитаем текущие доходы, т.е. доходы от абонентской платы за предоставляемые услуги. Расчет текущих расходов представлен в таблице 6.7:

Таблица 6.7 – Доходы от абонентской платы за предоставляемые услуги

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.		Количество абонентов		Доход, тыс.руб./мес.		
	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Всего
IP - телефония	153	100	3930	70	600	7	607
Доступ к сети Интернет	300	2000	3000	70	900	70	970
Цифровое телевидение	204	300	3930	50	800	15	815
За пользование сетью	73	250	3930	70	280	17,5	297,5
Итого:			1		3		2689,5

Таким образом ежегодная прибыль равняется:

$$D_{AB\text{ ПЛАТА}} = 2\,689\,500 \cdot 12 = 32\,274\,000 \text{ руб. или } 32\,274 \text{ тыс.руб.}$$

6.5 Определение оценочных показателей проекта

Себестоимость

На предприятиях связи применяется относительный показатель себестоимости, характеризующий общие эксплуатационные затраты предприятия, приходящиеся на 100 рублей доходов от основной деятельности, рассчитывается по формуле :

$$C = \frac{Э}{Дг} \cdot 100 \text{ (руб. / 100руб.)}$$

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

где Э – годовые эксплуатационные расходы;

D_T – тарифные доходы от основной деятельности, руб.

Себестоимость 100 руб. тарифных доходов составит:

$$C = (11\,142\,535,8 / 32\,274\,000) 100 = 34,5 \text{ руб.} / 100 \text{ руб.}$$

Таким образом, общая себестоимость составляет 34,5 руб. на 100 руб. доходов.

Производительности труда

Производительность труда работников, обслуживающих данный участок определяется по формуле:

$$ПТ = D_T / Ч \text{ (руб./чел)},$$

где Ч – общая численность производственного персонала.

Итак, производительность труда равна:

$$ПТ = 32\,274 \text{ тыс. руб.} / 10 = 3\,227,4 \text{ тыс. руб.} / \text{чел.}$$

1) Коэффициент фондоотдача

Коэффициент фондоотдача от использования основных фондов определяется по формуле :

$$K_{FO} = D_T / \Phi^{\text{год}}_{\text{ср}},$$

где $\Phi^{\text{год}}_{\text{ср}}$ – среднегодовая стоимость основных фондов (приравнивается к капитальным вложениям).

Итак, коэффициент фондоотдачи равен

$$K_{FO} = 32\,274 \text{ тыс. руб.} / 104\,640,5 \text{ тыс. руб.} = 0,31.$$

2) Срок окупаемости и прибыль

Срок окупаемости капитальных затрат определяется по следующей формуле:

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
						76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$T = KB / P_{\text{до налог}},$$

где KB – капитальные вложения, тыс. руб.;

$P_{\text{до.налог}}$ – прибыль до налогообложения (обеспечиваемая проектируемыми капитальными вложениями), тыс. руб.

Прибыль до налогообложения определяется по формуле :

$$P_{\text{до.налог}} = P_{\text{реал.усл.св.}} - P_{\text{реал.усл.св.}} \cdot K_{\text{уч. налог.}}$$

где $P_{\text{реал.усл.св.}}$ – прибыль от реализации услуг связи;

$K_{\text{уч. налог}}$ – коэффициент учета налогов (20%).

$$P_{\text{реал.усл.св.}} = ДТ - Э = 32\,274\,000 - 11\,142\,535,8 \text{ руб.} = 21\,131\,464,2 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{до.налог}} = 21\,131\,464,2 - 21\,131\,464,2 \cdot 0,20 = 16\,905\,171,36 \text{ руб.}$$

Таким образом, срок окупаемости составит:

$$T = 104\,640\,500 / 16\,905\,171,36 = 6,2 \text{ года.}$$

Чистая прибыль рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{чистая}} = P_{\text{до.налог}} - H_{\text{прибыль}}$$

где $H_{\text{прибыль}}$ – налог на прибыль (24%).

$$P_{\text{чистая}} = 16\,905\,171,36 - 0,24 \cdot 16\,905\,171,36 = 12\,847\,930,3 \text{ руб.}$$

Рентабельность рассчитывается по формуле:

$$Рен. = P_{\text{до.налог}} / KB * 100 = 16\,905\,171,36 / 104\,640\,500 * 100 = 16,16$$

Рассчитанные технико-экономические показатели сведены в таблицу 6.8.

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
						77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 6.8 – Основные технико-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Значения показателей
Количество новых абонентов, аб.	4000
Количество абонентов IP - телефонии, аб.	4000
Количество пользователей Internet, аб.	3070
Количество пользователей IP -TV, аб.	3980
Численность персонала по обслуживанию станционного оборудования, чел.	4
Численность персонала по обслуживанию линейно-кабельных сооружений, чел.	6
Капитальные вложения, руб.	124 545 000
Доход от подключения абонентов	19 904 500
Годовые эксплуатационные расходы, руб.	11 142 535,8
Фонд оплаты труда	296 280
Страховые взносы	100 735
Амортизационные отчисления	6 227 250
Материальные затраты	4 423 461
Прочие производственные расходы	118 512
Тарифный доход, руб.	32 274 000
Прибыль до налогообложения, руб.	16 905 171,36
Чистая прибыль, руб.	12 847 930,3
Себестоимость, руб./100 руб.	34,5
Производительность труда, руб./чел	3 227 400
Фондоотдача	0,31
Рентабельность, %	16,16
Срок окупаемости, год	6,2

Как видно из приведенных в таблице 6.8 рассчитанных значений, срок окупаемости проекта составляет 6,2 года.

Таким образом, анализ технико-экономических показателей проекта свидетельствует о достаточно высокой степени эффективности принятых проектных решений и подтверждает их экономическую обоснованность.

7 ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЕКТА

7.1 Линейные сооружения

На основе «Правил по охране труда при работе на телефонных станциях и телеграфах» должны быть разработаны и утверждены руководителем организации инструкции по охране труда для работников, технологические и эксплуатационные документы на соответствующие процессы (работы). Правила содержат требования по охране труда, которые следует выполнять при работе на кабельных линиях связи. Правила являются обязательными для всех организаций, выполняющих работы на кабельных линиях связи.

Перечень опасных и вредных производственных факторов.

При работах на кабельных линиях связи (КЛС), а также для производственных процессов на телефонных станциях и телеграфах возможны воздействия следующих опасных и вредных производственных факторов:

- движущиеся машины и механизмы;
- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- повышенная скорость движения воздуха;
- повышенная влажность воздуха;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень локальной вибрации;
- повышенные значения напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- повышенная яркость света;
- воздействие вспышки комплекта сварки световодов на зрение оператора;

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

- воздействие лазерного излучения;
- появление в зоне работы взрывоопасных, пожароопасных и ядовитых сред;
- попадание мельчайших остатков оптического волокна на кожу работника;
- физические и эмоциональные перегрузки.

7.2 Требования к производственным помещениям, жилым и подсобным фургонам

Производственные помещения при работах на кабельных линиях связи и проводного вещания должны соответствовать требованиям строительных норм и правил, ведомственных строительных норм ВСН 01-83 (Ведомственные строительные нормы Техника безопасности при строительстве сооружений связи, ч. 1 Техника безопасности при организации строительного производства, кн. 1,2), Правил устройства электроустановок (ПУЭ), Правил эксплуатации электроустановок потребителей, Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

При устройстве подсобных, жилых и санитарно-бытовых помещений в фургонах необходимо руководствоваться Инструкцией по технике безопасности для лиц, обслуживающих электрохозяйство на местах расположения фургонов, и лиц, проживающих в них.

Естественное и искусственное освещение помещений должно удовлетворять требованиям СНиП 23-05-95 и БСН 45Л 22-77 Инструкция по проектированию искусственного освещения предприятий связи.

Уровни шума в производственных помещениях должны удовлетворять требованиям ГОСТ 12.1.003.

Измерения санитарно-гигиенических параметров проводятся в соответствии с Методическими рекомендациями по проведению исследований и оценке санитарно-гигиенических параметров условий труда в

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
						80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

производственных помещениях предприятий связи.

Помещение ввода кабелей (шахта) и компрессорной (для размещения оборудования содержания кабелей под избыточным воздушным давлением) должны располагаться в отдельных смежных помещениях с отдельными входами.

В соответствии с требованиями ВСН 116-93 (Инструкция по проектированию линейно-кабельных сооружений связи), все каналы вводных блоков, как свободные, так и занятые кабелями в зданиях АТС, МТС должны герметично заделываться со стороны помещения ввода кабелей с помощью герметизирующих устройств.

В помещении ввода кабелей не допускается:

– устройство ввода силовых кабелей, радиофидеров, водопровода, теплоцентрали, газопровода;

размещение какого-либо оборудования, кроме датчиков определения загазованности, затопляемости и распределительных стивов с сигнализаторами аварийного расхода воздуха, выполненными во взрывозащищенном исполнении.

Светильники и электроарматура в помещении ввода кабеля должны быть во взрывозащищенном исполнении. В помещении ввода кабелей могут применяться для освещения переносные лампы с напряжением не выше 12В.

7.3 Организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ

Для выполнения организационных и технических мероприятий, обеспечивающих безопасность работ (на КЛС, телефонных станциях и телеграфах) руководители цехов, отделов, смен, участков, мастера и другие должностные лица, возглавляющие участки работ, обязаны:

– знать перечень работ с повышенной опасностью, перечень работ, выполняемых по наряду, перечень опасных и вредных производственных факторов;

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

- организовать обучение подчиненных им работников безопасным методам и приемам работы и проведение всех видов инструктажей, контролировать соблюдение правил и инструкций по охране труда;
- обеспечивать правильную и безопасную организацию труда;
- обеспечивать работников специальной одеждой, специальной обувью, специальной обувью, другими средствами индивидуальной защиты и не допускать их к работе без установленных спецодежды, спецобуви или с неисправными средствами индивидуальной защиты;
- участвовать в расследовании несчастных случаев и принимать меры по устранению причин, их вызвавших.

Ответственные лица за безопасное проведение работ, назначенные приказом руководителя организации, обязаны лично присутствовать, руководить и обеспечивать выполнение требований безопасности труда на участках работ, к которым предъявляются повышенные требования безопасности:

- при погрузке и разгрузке барабанов с кабелем, железобетонных и бетонных изделий, имеющих маркировку и других материалов, имеющих указание о фактической массе более 20 кг;
- при производстве работ в охранных зонах воздушных линий электропередачи, трубопроводов, газопроводов и других наземных и подземных коммуникаций;
- при прокладке подводного кабеля с плавучих средств и со льда;
- при работах в местах пересечений линий связи с воздушными линиями электропередачи, контактными проводами наземного транспорта;
- при выполнении работ в местах пересечений железнодорожного полотна, трамвайных путей и работах на расстоянии до 1,5 м от них;
- при ремонте кабелей, имеющих цепи дистанционного питания;
- при работе в подземных сооружениях связи;
- при работе строительных работ и механизмов;
- при испытании электрической прочности изоляции кабелей связи.

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках данной выпускной квалификационной работы была спроектирована мультисервисная сеть связи для жилого комплекса районе Бенгела г. Бенгела республики Ангола. Для этого были решены все поставленные задачи.

Анализ инфраструктуры показал, что жители районе Бенгела г. Бенгела республики Ангола не имеют возможности получения высококачественных телекоммуникационных услуг. Анализ существующих технологий абонентского доступа и особенностей районе Бенгела г. Бенгела республики Ангола показали, что для удовлетворения потребностей пользователей в получении телекоммуникационных услуг целесообразно использовать технологию Ethernet.

Проведенный расчет нагрузок показал, что для реализации сети связи на уровне доступа необходимо использовать технологию FastEthernet, на уровне агрегации – технологию GigabitEthernet, а на уровне ядра – технологию 10GigabitEthernet.

Результаты расчета нагрузок и анализ рынка телекоммуникационного оборудования позволит выбрать необходимое оборудования для реализации мультисервисной сети связи в районе Бенгела г. Бенгела республики Ангола.

Капитальные вложения 2039,76 тысяч рублей срок окупаемости 6,2 года.

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

					11070006.11.03.02.176.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84