

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 МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ
МИКРОРАЙОНА «НОВА ВИДА» Г. ЛУАНДА РЕСПУБЛИКИ АНГОЛА**

Выпускная квалификационная работа
обучающегося по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные
технологии и системы связи
очной формы обучения, группы 07001307
Силва Мигел Жоао Дос Сантос

Научный руководитель
канд. техн. наук,
доцент кафедры
Информационно-
телекоммуникационных
систем и технологий
НИУ «БелГУ» Болдышев А.В

Рецензент
Ведущий инженер электросвязи
участка систем коммутации № 1
г. Белгорода Белгородского
филиала ПАО «Ростелеком»
Уманец С.В.

БЕЛГОРОД 2017

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**
(НИУ «БелГУ»)

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ
Направление подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
Профиль «Сети связи и системы коммутации»

Утверждаю
Зав. кафедрой

« ____ » _____ 201_ г.

ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

_____ Силва Мигел Жоао Дос Сантос _____

1. Тема ВКР «Проектирование мультисервисной сети связи микрорайона «Нова Вида» г. Луанда Республики Ангола»

Утверждена приказом по университету от « ____ » _____ 201_ г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченной работы _____

3. Исходные данные к работе:

количество абонентов микрорайона - 1282

предоставляемые услуги: высокоскоростной доступ к сети Интернет, IP – телефония, IP-HDTV.

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов):

4.1 Экспликация объекта проектирования

4.2 Анализ вариантов построения сети связи

4.3 Проектирование мультисервисной сети абонентского доступа

4.4 Расчет параметров трафика проектируемой сети

4.5 Технико-экономическое обоснование принятых решений

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

5.1 Существующая схема организации связи микрорайона Нова Вида г. Луанда (А1, лист 1)

5.2 Проектируемая схема организации связи микрорайона Нова Вида г. Луанда (А1, лист 1)

5.3 Ситуационная схема трассы прокладки кабеля и линейно-кабельных сооружений микрорайона Нова Вида г. Луанда (А1, лист 1)

5.4 Технико-экономические показатели проекта (А1, лист 1)

6. Консультанты по работе с указанием относящихся к ним разделов работы

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал	Задание принял
4.1 – 4.5	<i>канд. техн наук, доцент кафедры ИТСиТ Болдышев А.В.</i>		

7. Дата выдачи задания _____

Руководитель

*Кандидат технических наук, доцент
кафедры Информационно-телекоммуникационных
систем и технологий»*

НИУ «БелГУ» _____ *Болдышев А.В*
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ	4
1	АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СЕТИ СВЯЗИ НОВА ВИДА	6
1.1	Анализ объекта проектирования	6
1.2	Анализ инфокоммуникационной инфраструктуры	8
2	ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕТИ МИКРОРАЙОНА НОВА ВИДА	
	Г. ЛУАНДА	11
2.1	Выбор технологии реализации мультисервисной сети связи	11
2.1.1	Технология FTТх	11
2.1.2	Технология PON	15
2.1.3	Технология ETHERNET	23
2.2	Разработка концепции реализации мультисервисной сети связи микрорайона Нова Вида	33
3	ВЫБОР СЕТЕВОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ЛИНЕЙНО КАБЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ	34
3.1	Выбор оборудования	34
3.2	Выбор типа кабеля	42
4	РАСЧЕТ НАГРУЗКИ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ	47
4.1	Исходные данные для расчета нагрузок	47
5	РАСЧЕТА ОБЪЕМА ОБОРУДОВАНИЯ	62

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		<i>Силва М.Ж.С.</i>			Проектирование мультисервисной сети связи микрорайона «Нова Вида» г. Луанда Республики Ангола	Лит.	Лист	Листов
Провер.		<i>Болдышев А.В.</i>					2	
Рецензент		<i>Уманец С.В.</i>				<i>НИУ «БелГУ», гр.07001307</i>		
Н. контр.		<i>Болдышев А.В.</i>						
Утв.		<i>Жиляков Е.Г.</i>						

6	РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО РЕАЛИЗАЦИИ СЕТИ СВЯЗИ МИКРОРАЙОНА НОВА ВИДА	64
6.1	Рекомендации по установке оборудования в домах	64
6.2	Рекомендации по прокладке линий связи	66
7	ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА	68
7.1	Смета затрат на приобретение оборудования	68
7.2	Калькуляция эксплуатационных расходов	71
7.3	Страховые взносы	72
7.4	Амортизационные отчисления	73
7.5	Материальные затраты	73
7.6	Другие расходы	74
7.7	Расчёт предполагаемой прибыли	75
7.8	Определение оценочных показателей проекта	77
8	МЕРЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ОХРАНЕ ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	83
8.1	Техника Безопасности предприятия связи и охрана труда	83
8.2	Техника безопасности при прокладке кабеля	84
8.3	Обеспечение мер по охране окружающей среды	86
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	88
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	89

ВВЕДЕНИЕ

Республика Ангола - находится на юго-западе Африки. Территория страны состоит из 18 провинций. Западное побережье Анголы омывается Атлантическим океаном.

Государственным языком Анголы является португальский. Кроме него, коренные жители говорят на нескольких африканских наречиях. Чуть больше половины населения исповедует христианство: 38% их них – католики, а 15% – протестанты. В стране зарегистрировано около 90 религиозных сект, и их число с каждым годом растет. Географически страна делится на три региона. Атлантическое побережье занимает прибрежная равнина шириной от 50 до 150 км. В центре и на западе расположено плоскогорье – Ангольское плато, которое охватывает 90% всей территории. Его высшей точкой является вершина Моко (2620 м).

Страна обладает богатейшими природными ресурсами и только начинает раскрывать свой туристический потенциал. Гостиничный сервис и туристическая инфраструктура здесь пока находятся на стадии формирования.

Климат

На западе Анголы преобладает пассатный тропический климат. Так как вдоль побережья проходит холодное Бенгельское течение, воздух на равнинах холоднее, чем на плоскогорье. Его температура доходит до +24...+26°C в самом теплом месяце в году – марте и до +16...+20°C в самом холодном месяце – июле.

Территория Ангольского плато находится в зоне экваториального муссонного климата. С октября по май в горах наступает влажное, дождливое лето, а с июня по сентябрь царствует сухая зима. Температура воздуха определяется высотой над уровнем моря.

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

Целью данного проекта является: предоставление абонентам микрорайона Нова Вида г. Луанда современных качественных мультисервисных услуг.

Задачи: Учитывая все типы трафика для частных лиц, и принимая во внимание конкретные бизнес-требования корпоративных абонентов, необходимо предложить наиболее современные решения, отвечающие всем требованиям по функциональности, возможности расширения, экономичности и управляемости.

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СЕТИ СВЯЗИ

1.1 Анализ объекта проектирования

Нова Вида - Микрорайона, расположение привилегированные, в 100 метрах от Проекта "Киламба", на дороге, подключение к дороге Талатона / Камама, получаю в 5 минутах от центр Талатона.

Район тихий, безопасный и в значительной прогрессии строительство, урбанизированных в настоящее время.

Услуги поблизости: Лицей, 2 высших (одно в 5 минут, а другой за 1 минуту в строительстве), несколько банковских учреждений, медицинская клиника, аптеки и многое, многое другое.

Жилищное строительство Nova Vida - это крупнейший строительный проект, когда-либо проведенный в Луанде, Ангола. Фаза 1 обеспечила жилье для 30 000 человек на участке площадью около 440 гектаров.

Завершенный в течение очень короткого периода строительства, ангольское правительство инициировало первый этап проекта в конце 90-х годов. Значение «новой жизни» на португальском языке - «Нова Вида» - это модель инженерного и строительного превосходства, направленная на улучшение жизни обедневших граждан.

Проект поставил ряд проблем, включая поиск и транспортировку подходящих строительных материалов, работу многонациональной и многоязычной рабочей силы, а также задачу обеспечения обучения навыкам на месте и наставничества.

Аурекон (фирма) был назначен для выполнения работ, которые варьировались от концептуализации и дизайна, до надзора за строительством

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

и управления проектами этого многогранного предприятия. Мы также наблюдаем за эксплуатацией и обслуживанием существующей инфраструктуры, чтобы обеспечить долговечность активов.

Нова Вида - яркий пример того, что может быть достигнуто благодаря совместной работе, опыту и инновациям, а также пониманию потребностей клиента. Достижение концепции правительства Анголы создает прецедент для аналогичных будущих событий на всей территории страны и в других частях Африки.

Основными причинами высоких цен на товары и услуги в городе являются интенсивные меры по восстановлению и развитию инфраструктуры, разрушенной тремя десятилетиями гражданской войны. Прибыли иностранных компаний, полученные в Анголе за счет добычи нефти и алмазов, создают повышенный спрос на жилье высокого качества, дорогие рестораны и автомобили, обувь и одежду. Как показал анализ, имеется платежеспособный спрос на современные телекоммуникационные услуги, поэтому тема проекта является актуальной.

В первый фазы имеет 20 здание и организации: банки, гостиницы, школы, больницы, рестораны, магазины, детские сад, парикмахерская, нотариальные конторы, фитнес клубы.

Экспликация объекта представлена на рисунке 1.1.

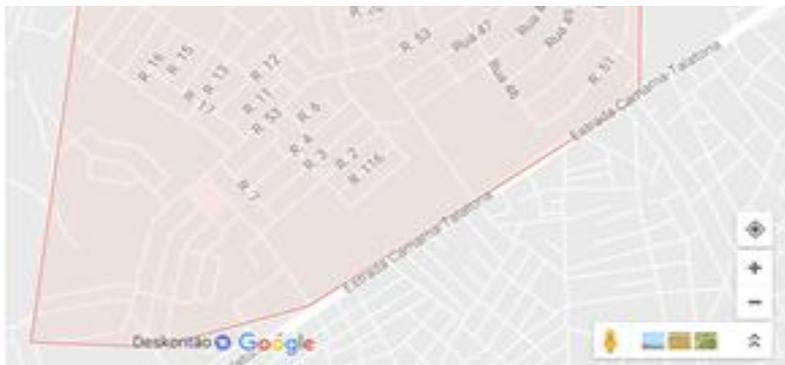


Рисунок 1.1 - Экспликация объекта

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7



Рисунок 1.2 - Экспликация объекта проектирования – микрорайона Нова Вида

1.2 Анализ инфокоммуникационной инфраструктуры

В области телекоммуникаций был предметом глубоких преобразований, начиная с середины 70-х годов,

В настоящей работе мы представим в виде характеристику глобальной существующих систем и технологии, связанные с текущей ситуацией структурной и функциональной навстречу. Действующие чемпионы монополии из телекоммуникаций в Ангола является Ангола Телеком", компании, которая руководит мобильной связи и фиксированной.

С течением времени, Ангола телеком видел необходимость отделить услуги мобильных служб фиксированные, в этом порядке идей, Ангола Телеком " имеет как дочерняя компания MOVICEL.

Сразу после будучи операторов телефонии фиксированной Ангола являются:

Ангола Телеком-Государственная;

Nexus-Частной;

Операторов мобильной связи:

Movicel-Государственная;

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

Компания Movicel имеет как номер сети 091;

Unitel-Частной;

В то время как "Unitel" имеет номер код сети 092.

компьютеры и телекоммуникации. Принято решение Нова Вида, с учетом типа застройки, территориального положения и места нахождения потенциальных абонентов. Это показано на рисунке 1.2.



Рисунок 1.3- Нахождения потенциальных абонентов



Рисунок 1.4- Места нахождения потенциальных абонентов

Проанализировав тип застройки и количество квартир, определено количество абонентов, из расчета: 1 квартира — 1 абонент, для юридических лиц количество абонентов определено с учетом штатного состава компании.

Результаты показаны в таблице 1.1

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Таблица 1.1 - Исходные данные проектируемой сети

Номер Зданий	Физич. Лица	Юр. Лица
1.	54	20
2.	54	13
3.	54	6
4.	54	8
5.	54	13
6.	54	3
7.	54	20
8.	54	19
9.	54	9
10.	54	19
11.	54	8
12.	54	7
13.	54	13
14.	54	12
15.	54	5
16.	54	2
17.	54	6
18.	54	3
19.	54	7
20.	54	9
Итого:	1080	202

Вывод к разделу 1

Таким образом, необходимо спроектировать мультисервисную сеть связи для 1282 абонентов Микрорайона Нова Вида.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕТИ МИКРОРАЙОНА НОВА ВИДА Г. ЛУАНДА

2.1 Выбор технологии реализации мультисервисной сети связи

2.1.1 Технология FTTx

Общий термин FTTx используется для обозначения архитектуры сети передачи высокой производительности. Топологии FTTx, делятся в соответствии с их местом использования. Ее основных составляющих, FTТА (волокну-до-квартиры), FTTВ (волокну до здания), FTTС (Волокно-к-пресечения) и FTTН (волокну-до-дома).

Использование сетей FTTx (доступ к сети на основе оптоволокну, который соединяет большое количество конечных пользователей) являются одной из альтернатив для поддержки трафика различных услуг с высокой пропускной способностью.

FTТА (волокну-до-квартиры) - это архитектура передачи оптических дисков, входит в здание (коммерческой или жилой) подходя к комнате оборудования или сплиттер. С этого момента, оптический сигнал может пройти разделение сигнала, а затем направляется индивидуально для каждой квартиры/офиса.

FTTV (волокну до здания) - это архитектура сети передачи оптических что имеет источник в центральной операторов связи, вплоть до входа в здание. Распределение внутренней сигнала осуществляется через сеть Ethernet с помощью коаксиального кабеля или медной пары для структурированных кабельных систем.

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

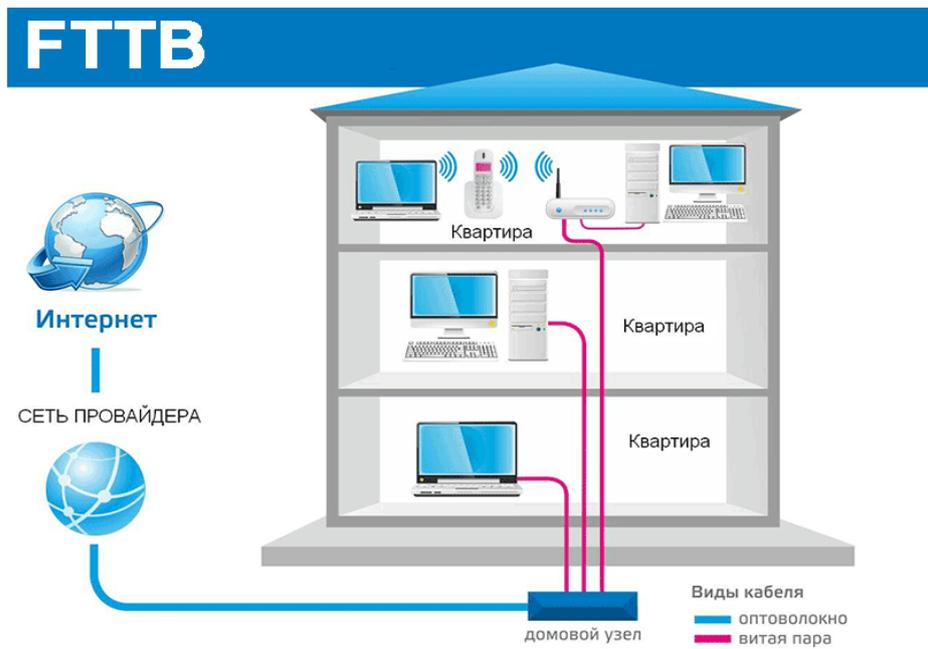


Рисунок 2.1 - FTTH архитектуры

Этот тип связи по оптическому волокну, простирающегося от оборудования переключения несущей пока по крайней мере, на окраине независимая частная собственность Будь жилой или коммерческой. В том, что архитектура, оптическое волокно не поступает в интерьере дома, квартиры или в офисе. Остальная часть пути продолжается на других носителях, таких как кабели медь или беспроводной, чтобы получить абонент.

Основные преимущества технологии FTTH:

- доступ к сети со скоростью до 100 Мбит/с;
- не требуется дополнительное оборудование (модем);
- высокое качество передачи данных;
- гарантированная надежность сети за счет применения технологии кольцевого резервирования и использования магистральных линий связи в подземных коммуникациях;
- широкие возможности для получения новых услуг таких, как цифровое интерактивное телевидение;

- симметричная полоса пропускания (прием и передача данных с одинаковой скоростью), что удобно при работе с файлообменными сетями;
- срок эксплуатации опτικο-волоконного кабеля – не менее 25 лет.

FTTC (где переходы волокна на медь в уличном шкафу) - Архитектура сети передачи оптических источников в центральной операторов связи подводя к шкафу распределения, которые, как правило, несет ответственность за обслуживания, широкая область, и не только на квартиру или здание исключительно. Из шкафа до клиентов, передача в большой большинство происходит посредством медной пары. Каждый из этих клиентов имеет подключение к этой платформе через коаксиальный кабель или витую пару.

Обычно они используют высокоскоростную цифровую абонентскую линию (VDSL) со скоростью ниже 80 Мбит / с, но это очень быстро падает на расстоянии 100 метров.

В то время как волоконно-оптические кабели могут переносить данные на высоких скоростях на большие расстояния, медные кабели, используемые в традиционных телефонных линиях и ADSL, не могут. Например, общая форма гигабитного Ethernet (1 Гбит / с) работает по относительно экономичной категории 5e.

FTTH (волокно-до-дома) - архитектура сети передачи оптических источников в центральной операторов связи, доехав до места жительства клиента через волоконно-оптические уникальным. Большим преимуществом этой модели является скорость передачи, которая может достичь более 100 Мбит / с на пользователя. Как только на живом или рабочем пространстве абонента, сигнал может передаваться по всему пространству с использованием любых средств, включая витую пару, коаксиальный кабель, беспроводную связь, линию электропередач или оптическое волокно.

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Волокно в помещении

Волоконно-оптическое волокно (FTTP) представляет собой форму волоконно-оптической связи, в которой оптическое волокно выполняется в оптической распределительной сети от центрального офиса до помещения, занимаемого абонентом. Термин «FTTP» стал неоднозначным и может также относиться к FTTC, где волокно заканчивается на полезном полюсе, не доходя до помещения.

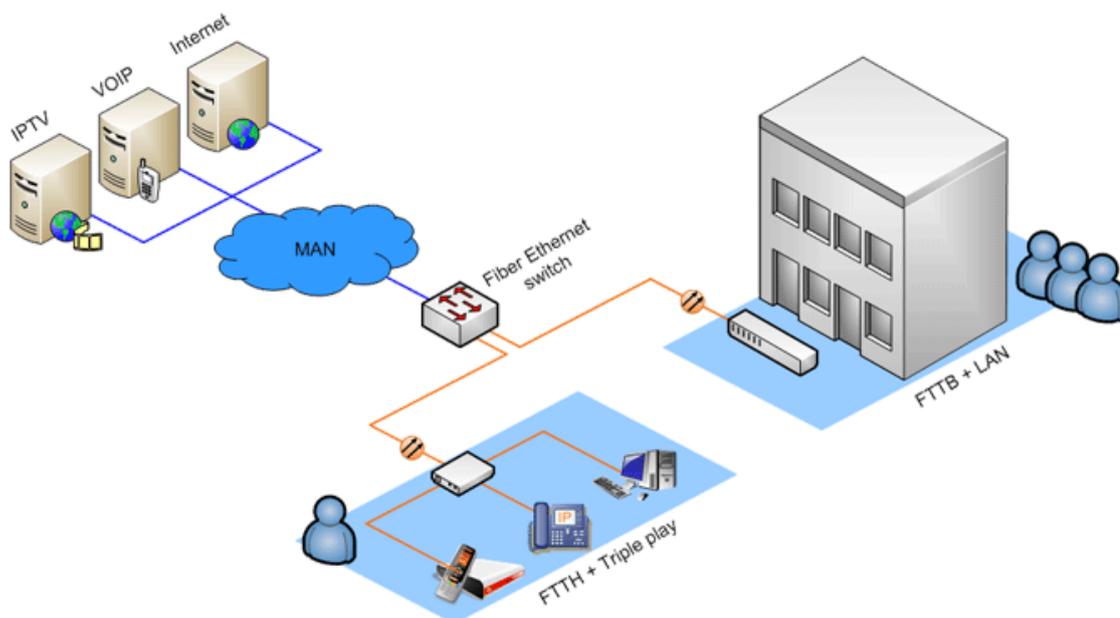


Рисунок 2.2 - Структура сети FTТх

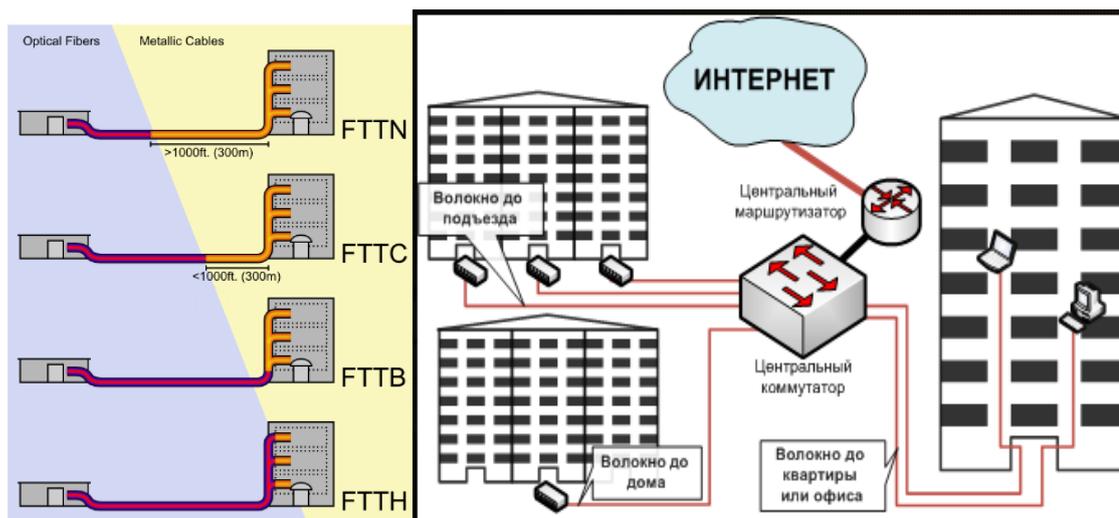


Рисунок 2.3 - Реализации мультисервисной сети связи - FTТх/Ethernet решение для сети доступа

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.677.ПЗВКР

Лист

14

Как я показал анализ инфраструктуры объекта — Микрорайона Нова Вида, и особенностей сетевых технологий, принято решение использовать современное решение для построения широкополосных сетей абонентского доступа — технологию FTTB – «оптика до здания», которая реализуется на базе протокола Ethernet.

2.1.2 Технология PON (пассивные оптические сети) — используется с 1995 года, когда операторы и производители инициировали обсуждение для решения доступа для передачи голоса, данных и видео. В то время два варианта, выяснилось, что протокола и передачи, был ATM (Asynchronous Transfer Mode) и PON (Passive Optical Network).

Путем создания этих технологий были произведены шунтов, APON (Passive Optical Network over Asynchronous Transfer Mode) используется для передачи в сеть ATM, BPON (Broadband Passive Optical Network) используется для передачи видео, EPON (Ethernet Passive Optical Network) используется для передачи с протокол Ethernet, пока не добрался до современных моделей, которые GEPON (Gigabit Ethernet Passive Optical Network) на основе сетей gigabit ethernet и GPON (Gigabit Passive Optical Network) на базе сетей ATM, Gigabit.

Сетей PON (Passive Optical Network) сетей доступа, которые имеют огромное преимущество над другими, более того, что их управление и техническое обслуживание они являются более простым, так как их передачи по волоконно-оптических, которые не имеют никакого активный элемент, вдоль завода внешнего, то есть элементами сети не требуют питания для своей работы.

Терминал-оптические линии (OLT)

Терминал линии оптически (OLT) расположен в центре оператора связи, подключается к сети доступа к сети метрополитена. OLT является

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

отвечает за передачу сигнала оптически, которая распространяется на различные клиентов, через разветвители пассивные оптические, предоставляя услуги, такие как VOIP, HDTV и Интернет.

Один OLT, может быть в состоянии выдержать передача на расстояние до 20 км через ОДН (Optical Distribution Network). Кроме того, все сети, управляемой в OLT.

Терминал оптической сети (ONU)

ONU или ONT (Optical Network terminal), расположенный следующего клиента. Это оборудование, которое делает преобразование оптически сигнал от OLT в электрический сигнал и демультиплекс электрических сигналов для разделения пропускной способности базы в голоса, данных и видео.

Две технологии PON наиболее часто используемых в GPON (Gigabit PON, стандартизированные МСЭ-Т G. 984) и EPON (Ethernet PON, стандартизованная IEEE 802.3 ah).

ТОПОЛОГИИ СЕТИ PON

Три топологии чаще всего используются для сетей PON, известны как: шина, кольцо и дерево.

Топология шины

Топологии " шина делает использование одного оптического волокна для соединения

OLT и ONUs, где каждый ONU получает суб-сегменте волоконно-через сплиттер. Каждый суб-сегмент служит путь для другого, ООН или другой сплиттер в каскад, как показано на Рис. 15. Эта топология подходит для коротких расстояний, например, при использовании для подходов на улице, где можно установить небольшие шкафы распределения связь с помощью волоконной оптики.

Топология кольцо

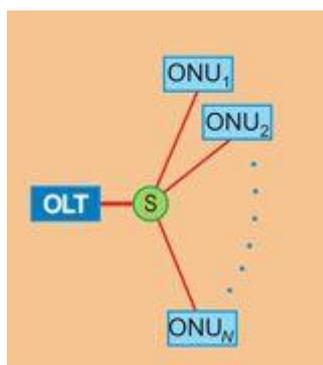
В топологии кольцо используется для сетей метрополитена, что обеспечивает минимальное количество привязок с высокой пропускной

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

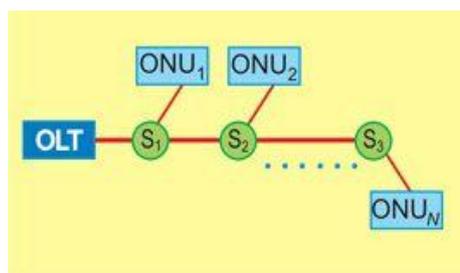
способностью. В нем есть два многообразные пути передачи от OLT, которые держат сигнал в случае, если стороны волокно разрывается. В этом типе топологии, может отправлять и получать сигнал в обоих смыслах кольцо, волоконно-оптический, что позволяет указывать направление быстрее, для трафик есть она в направлении на восток или запад.

Топология дерево

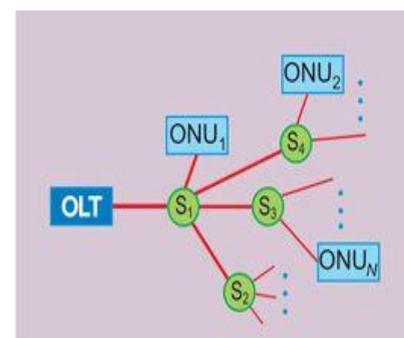
Топологии "Дерево"-это наиболее широко используемый в сетях доступа, она использует одиночное волокно, чтобы связаться ONUs в OLTs через один driver, что связь с пользователями, географически, но собранные в одной и той же точки разделения (splitter). В сплиттер есть волокна для каждого ONU, то преимущество, что делает его легче найти ошибку, в случае, если какая-то проблема в сети.



PON «звезда»



PON «шина»



PON «дерево»

2.4 - Основные элементы архитектуры и принцип действия топологии сети GPON

Оптические разветвители рекомендуется устанавливать в местах, удобных для их размещения и обслуживания: в муфтах, распределительных шкафах, боксах, блоках оптического кросса. Наиболее просты для установки безкорпусные разветвители, размеры которых позволяют укладывать их посадочное место защитной гильзы в сплайс-кассете.

GPON (гигабитная пассивная оптическая сеть) активно растет в Бразилии, России и Индии. В Китае, технология поставила страну в списке лидеров в области информационных технологий (ИТ), составленный Всемирным экономическим форумом.

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

GPON, пассивная оптическая сеть с емкостью Gigabit, может быть технически определяется как технология оптического волокна, что позволяет более передачи и приема данных по одному волокну. Архитектура точка-многоточка, что позволяет волокно до дома „(FTTH) или волокно к месту жительства конечного пользователя, и“ волокно до здания «(FTTB), где волокно идет к определенному сайту и распределение абонентов производится через сеть Ethernet в качестве средства, имеющего коаксиальный кабель или медную пару.

Это технология высокоскоростной передачи данных, которая привлекла внимание телекоммуникационного рынка, в настоящее время используется в решениях, ориентированных для удовлетворения как жилые и корпоративных рынков, которые требуют большей пропускной способности.

Популярность GPON обусловлено несколькими факторами. Технология поддерживает широкий спектр приложений и услуги, в основном односторонние службы доставки видео и телевизионное вещание и одноадресный тип.

Эволюция и стандартизация GPON предлагают новые функции и возможности, которые несут будущие сети и услуги широкополосного доступа. Следующий шаг в эволюции будет темпом роста биты, текущие 2,5 Гбит / с до 10 Гбит / с в направлении вниз по потоку, и ток 1,25 Гбит / с до 2,5 Гбит / с, в направлении вверх по течению.

GPON сети и EPON два стандарта, которые открывают новые возможности как для производителей, так и для операторов.

Основные производители добавили к технологии PON в свой портфель широкополосных сетей доступа, а также операторы по всему миру проявили большой интерес в развертывании этой технологии в сочетании с VDSL2 (VDSL2 + FTTC) или жилого доступа (FTTH).

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Три основные стандарты PON являются: Broadband PON (BPON) хотя все три системы работы, основанной на том же принципе, есть некоторые различия между ними.

Как можно видеть в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Типы PON и его основные характеристики (DS: вниз по течению, US: вверх по течению)

Особенности	EPON	BPON	GPON
Рекомендация	IEEE 802.3ah[1],	ITU-T G.983	ITU-T G.984
протокол	Ethernet	ATM	Ethernet TDM
Скорость передачи данных	1000 Mbit/s [2], DS и US	622 Mbit/s DS, 155 Mbit/s US	2488 Mbit/s DS, 1244 Mbit/s US
Спан (км)	10	20	20
Сплит соотношение (Split-отношение)	16 или 32[3],	32	32 или 64

[1] В 2005 году он был включен в качестве части стандарта IEEE802.3.

[2] 1 Гбит / с скорость передачи данных, в то время как 1,25 Гбит / с скорость передачи в битах физический доступ из-за кодирования 8b / 10b.

[3] Типичные значения для развернутых сетей.

По своей сути (ядро) является надежной транспортной сетью, безопасной и экономически эффективным. Разнообразие технологий доступа может быть наложено на этом ядре, каждый развивается для поддержки широкополосных услуг, с различным гетерогенным доступы под управлением системами с множественным доступом (Edges Multi-доступ).

Рисунок 2.1 показывает архитектуру полных широкополосных услуг. Решение GPON является частью функции сети Фиксированный доступ (Проводной доступ), который функционально обеспечивает интерфейс между терминалами и ЦПЭ (Абонентское оборудование или абонентское

оборудование) и система с множественным доступом (множественный доступ Ребра). С точки зрения топологии сети, доступ GPON имеет интерфейс с сетью Метро.

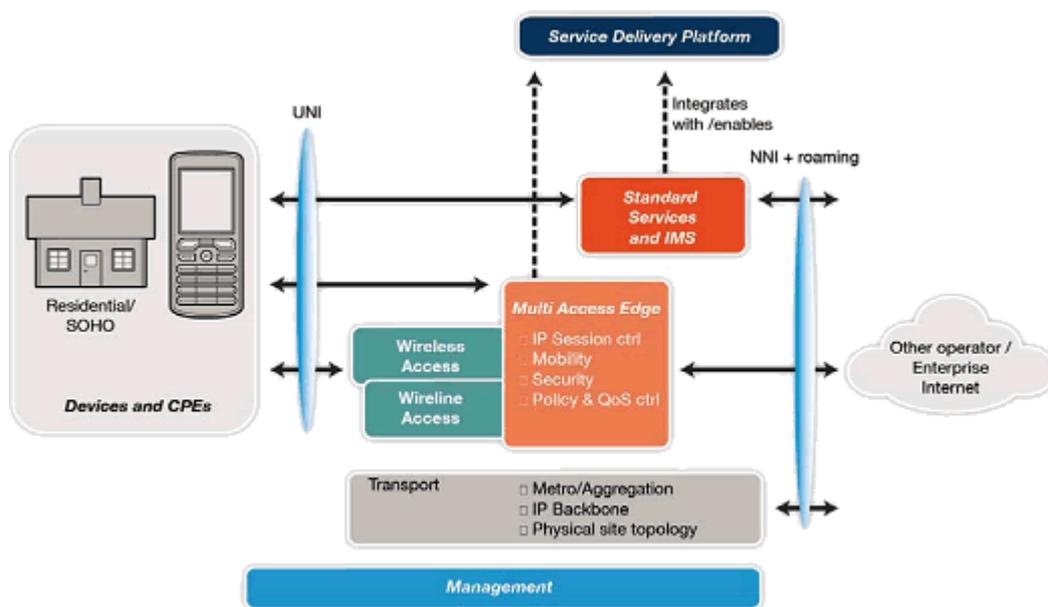


Рисунок 2.5 - Широкополосные услуги Архитектура

Система GPON состоит из линии терминала Optical (Оптический линейный терминал - OLT), установленного сайт центрального поставщика услуг, а также несколько оптических сетей терминалов (Optical Network Terminal - ONT) установленный на сайтах многих клиентов. По желанию, они могут быть использованы Optical Network Units (ONU), чтобы достичь мест клиентов с другими технологиями, например, VDSL2.

Если альтернативная технология используется для удовлетворения конечный пользователь, такие как медь или радио, он использует сетевой блок (Optical Network Unit - ONU).

С ONU, различные архитектуры могут быть использованы в зависимости от расстояния ONU конечного пользователя: FTTB (Fiber To The Building, или оптоволокну в здание), на более короткие расстояния, и FTTN (Fiber To The Узел, или волокно к сетевому узлу) на большие расстояния, используя FTTC для расстояний промежуточный и для установки и позиционирования ONU.

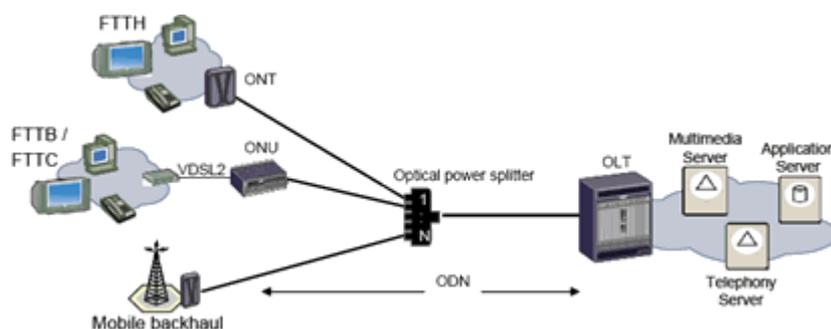


Рисунок 2.6 - Типы использования GPON

Текущий стандарт GPON позволяет осуществлять обмен ОДН по ссылкам с различными бюджетами мощность (ссылка-бюджет) и, следовательно, с различной мощностью и объемом. В таблице 2 приведены наиболее важные характеристики GPON.

Таблица 2.2 - Краткое изложение основных технических характеристик GPON

Link Budget	28 дБ	Оптический класс В + (бюджет мощности)
Расстояние от волокна	20 км	Типичное значение в зависимости от скорости деления (сплит отношение), потеря краевых разъемов и система
Сплит соотношение	1:32	
Производительность за PON	2488 Mbit/s 1244 Mbit/s	2488 Mbit/s Downstream (DS) Upstream (US) 1244 Mbit/s
Длина волны	1.490 нм 1.310 нм	DS и US для 1-GPON волокна.

10 G GPON

Для того, чтобы удовлетворить растущий аппетит к пропускной способности, в настоящее время системы будет 2,5 GPON обновлен для

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

поддержки 10 Гбит / с в направлении вниз по потоку. В жилых районах с распределением HDTV, то 10G GPON будет в состоянии поддерживать тысячи одновременных потоков видео, с проходом очень быстро в течение долгого времени между каналами в связи с широковещательной природой PON, в то время. Он поддерживает полный спектр персонализированных односторонний услуг (однонаправленный). Ожидается, что будет 10G GPON находят свое первое применение в сценариях типов FTTB и FTTC.

Наиболее вероятный кандидат для следующего поколения 10G GPON будет иметь последовательную длину волны 2,5 Гбит / с в направлении вверх по потоку. Физический уровень и оптические компоненты для систем GPON 10G должны быть привлекательными с точки зрения затрат.

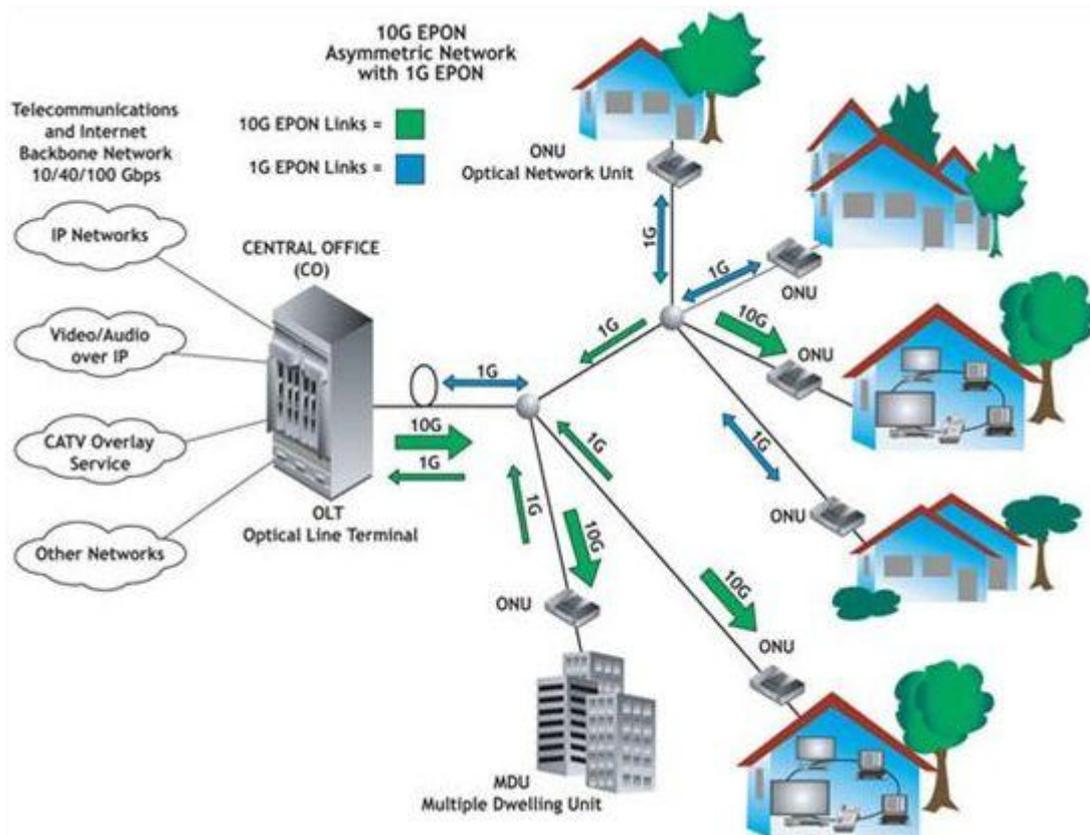


Рисунок 2.7 - Сосуществование GPON и 10G GPON.

2.1.3 Технология Ethernet

Ethernet (эзернет, от лат. aether — эфир) — пакетная технология компьютерных сетей.

Ethernet является наиболее широко используемой технологией в локальных сетях, он был указан в стандарте IEEE 802.3, была первоначально разработана компанией Xerox, а впоследствии будет разработана компанией Xerox, DEC и Intel. Сети Ethernet обычно используются коаксиальный кабель или витая пара, что позволяет, как правило, на скоростях до 10 мбит / с (10Base-T). Различные устройства, подключенные к сети конкурируют за доступ к сети по протоколу CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection"). Ethernet-устройства имеют ускоренному набору в 6 байт (48 бит), что символизируют лица записки, чтобы не было адресов, повторил.

Существует fast Ethernet, также называется 100BASE-T, что обеспечивает передачу на скорости до 100Mbps. Это обычно используется для системы позвоночника, которые поддерживают рабочие станции с доступом к сети 10 мбит / с. Как его 10Base-T fast Ethernet использует протокол CSMA/CD. Протокол CSMA/CD имеет свойство очень интересно, что позволяет увеличить или уменьшить размер сети без, что производительность и надежность сети, если degradem, что облегчает его управление. Указанная в стандарте IEEE 802.4

Прохождение 10Base-T, 100Base-T очень легко, так как в обоих используется протокол CSMA/CD. Многие из сетевых адаптеров поддерживают коммуникации -10 и 100 мбит / с, время обнаружения скорости сделано автоматически. Прохождение 10 Мбит / с до 100 Мбит / с позволяет уменьшить максимальный размер, что сеть, возможно, на максимальную длину 500 м 10 Мбит / с проходит около 200 до 100 Мбит. Если удастся

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

расстоянии более 205 метров в сети 100 Мбит / с необходимо установить ретрансляторы на каждые 200 метров.

В настоящее время разрабатываются новые стандарты в этой технологии. Первый является Gigabit Ethernet (также известный как 1000Base-T, 802.3 z), и позволит увеличить скорость передачи данных 1000 Мбит / с. Был разработан, чтобы работать с теми же кабелями, что 100Base-T таким образом, что любое обновление будет дешево и легко сделать. На данный момент сеть 1000 Мбит / с используется в качестве магистральной сети 100 Мбит / с, но по мере развития технологий сетей 1000 Мбит / с станут более распространенными.

Также разработан еще один стандарт, известный как 10 Gigabit Ethernet, который будет основываться на стандартах Ethernet предыдущих, будут необходимы кабели большей емкости (волоконно-оптические и коаксиальные кабели повышенной емкости), что позволит со скоростью 10000 Мбит / с.

Стандарты Ethernet определяют проводные соединения и электрические сигналы на физическом уровне, формат пакетов и протоколы управления доступом к среде — на канальном уровне модели OSI. Ethernet в основном описывается стандартами IEEE группы 802.3. Ethernet стал самой распространённой технологией ЛВС в середине 90-х годов прошлого века, вытеснив такие технологии, как Arcnet, FDDI и Token ring.

FDDI (Fiber-Distributed Data Interface) предназначен для передачи данных через волоконно-оптические кабели для локальных сетей (LAN). В сети этой технологии могут иметь расширение до 200 км и могут поддерживать тысячи пользователей. Со скоростью передачи данных 100 мбит / с, как правило, используются в соединении 2 или более локальных Сетей.

Сети FDDI имеют топология двойное кольцо, которое состоит из двух колец закрыты, и где пакеты, перемещают на противоположные стороны, в кольца. Оба кольца могут нести одновременно, но кольцо первичного используется для транспортировки данных, а вторичный работает в качестве

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

резервного. В случае, если использовать оба кольца для передачи данных, емкость сети проходит до 200 Мбит / с, и максимальное расстояние уменьшается до 100 километров.

ARCNET - технологии для Локальной сети, разработанная компанией Datapoint Corporation. В ARCNET использует протокол token-bus для управления доступом к сети различных устройств. В этом типе сети циркулируют постоянно пустые пакеты (фреймы) на шине, каждый пакет достигает всех сетевых устройств, но каждое устройство читает только пакет, который содержит его адрес. Этот процесс является достаточно эффективным, с большим объемом трафика, так как все устройства имеют такую же возможность использовать в сети.

В ARCNET может использовать коаксиальный кабель или оптическое волокно, а длина каждого сегмента кабеля идти до около 600 метров, а общая длина сети может идти около 6 км без потери Пропускной Способностью 2,5 Мбит / с. ARCNET дешевле установки 10 Мбит/с Ethernet - 10BASE5, IEEE 802.3 (называемый также «Толстый Ethernet») — первоначальная разработка технологии со скоростью передачи данных 10 Мбит/с. Следуя раннему стандарту, IEEE использует коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 50 Ом (RG-8), с максимальной длиной сегмента 500 метров.

10BASE2, IEEE 802.3a (называемый «Тонкий Ethernet») - используется кабель RG-58, с максимальной длиной сегмента 185 метров, компьютеры присоединялись один к другому, для подключения кабеля к сетевой карте нужен T-коннектор, а на кабеле должен быть BNC-коннектор. Требуется наличие терминаторов на каждом конце. Многие годы этот стандарт был основным для технологии Ethernet.

StarLAN 10 - Первая разработка, использующая витую пару для передачи данных на скорости 10 Мбит/с. В дальнейшем эволюционировал в стандарт 10BASE-T.

10BASE-T, IEEE 802.3i - для передачи данных используется 4 провода кабеля

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

витой пары (две скрученные пары) категории-3 или категории-5. Максимальная длина сегмента 100 метров.

FOIRL - (акроним от англ. Fiber-optic inter-repeater link). Базовый стандарт для технологии Ethernet, использующий для передачи данных оптический кабель. Максимальное расстояние передачи данных без повторителя — 1 км.

10BASE-F, IEEE 802.3j — Основной термин для обозначения семейства 10 Мбит/с ethernet-стандартов, использующих оптический кабель на расстоянии до 2 километров: 10BASE-FL, 10BASE-FB и 10BASE-FP. Из перечисленного только 10BASE-FL получил широкое распространение.

10BASE-FL (Fiber Link) - Улучшенная версия стандарта FOIRL. Улучшение коснулось увеличения длины сегмента до 2 км.

10BASE-FB (Fiber Backbone) - Сейчас неиспользуемый стандарт, предназначался для объединения повторителей в магистраль.

10BASE-FP (Fiber Passive) - Топология «пассивная звезда», в которой не нужны повторители - никогда не применялся.

Быстрый Ethernet (Fast Ethernet, 100 Мбит/с)

100BASE-T - общий термин для обозначения стандартов, использующих в качестве среды передачи данных витую пару. Длина сегмента — до 100 метров. Включает в себя стандарты 100BASE-TX, 100BASE-T4 и 100BASE-T2.

100BASE-TX, IEEE 802.3u - развитие стандарта 10BASE-T для использования в сетях топологии «звезда». Задействована витая пара категории 5, фактически используются только две неэкранированные пары проводников, поддерживается дуплексная передача данных, расстояние до 100 м.

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

100BASE-T4 - стандарт, использующий витую пару категории 3. Задействованы все четыре пары проводников, передача данных идёт в полудуплексе. Практически не используется.

100BASE-T2 - стандарт, использующий витую пару категории 3. Задействованы только две пары проводников. Поддерживается полный дуплекс, когда сигналы распространяются в противоположных направлениях по каждой паре. Скорость передачи в одном направлении — 50 Мбит/с. Практически не используется.

100BASE-FX - стандарт, использующий многомодовое волокно. Максимальная длина сегмента 400 метров в полудуплексе (для гарантированного обнаружения коллизий) или 2 километра в полном дуплексе.

100BASE-SX - стандарт, использующий многомодовое волокно. Максимальная длина ограничена только величиной затухания в оптическом кабеле и мощностью передатчиков, по разным материалам от 2 до 10 километров

Гигабит Ethernet

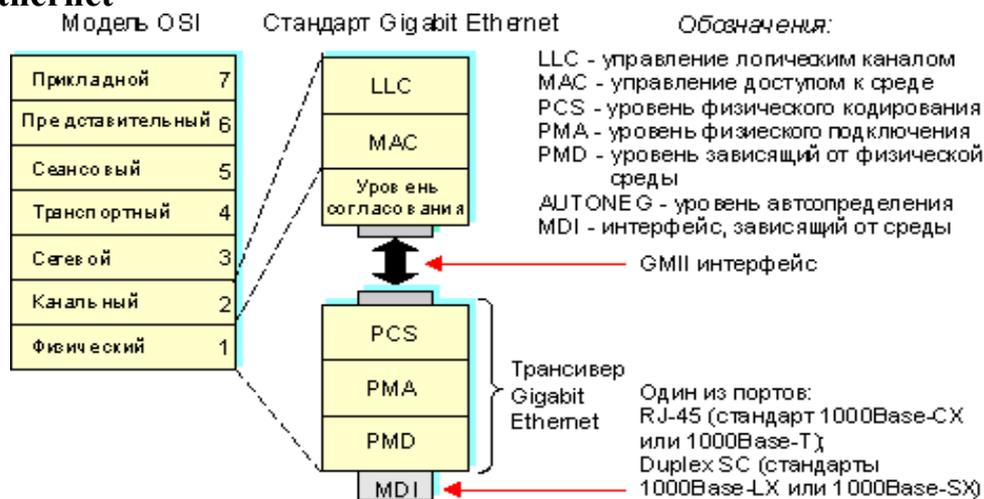


Рисунок 2.8 - Структура уровней стандарта Gigabit Ethernet

В таблице 3 приведено описание стандартов, разработанных для технологии Gigabit Ethernet. В таблице указаны основные характеристики технологии в зависимости от используемого стандарта.

Таблица 2.3. – Стандарты Gigabit Ethernet

Стандарт	Год	Тип	Скорость передачи (Гбит/с)	Мак длина сегмента	Тип кабеля
IEEE 802.3z	1998	1000Base-CX	1000	25 м	UTP/STP cat 5,5e,6
		1000Base-LX	1000	Одномод — 5 км Многомод — 550 м	оптоволоконный
		1000Base-SX	1000	550 м	
IEEE 802.3ab	1999	1000Base-T	1000	100 м	UTP/STP cat 5,5e,6,7
TIA 854	2001	1000BASE-TX	1000	100 м	UTP/STP cat 6,7
IEEE 802.3ah	2004	1000BASE-LX10	1000	10 км	оптоволоконный
		1000BASE-BX10	1000	10 км	
IEEE 802.3ap	2007	1000BASE-KX	1000	1 м	для объединительной платы
non-standard	-	1000BASE-EX	1000	40 км	оптоволоконный
non-standard	-	1000BASE-ZX	1000	70 км	

10 Gigabit Ethernet— Стандарт 10-гигабитного Ethernet включает в себя семь стандартов физической среды для LAN, MAN и WAN. В настоящее время он описывается поправкой IEEE 802.3ae и должен войти в следующую ревизию стандарта IEEE 802.3. В таблице 4 приведен перечень стандартов для технологии 10 Gigabit Ethernet и их краткая характеристика.

Таблица 4.4. – Стандарты 10 Gigabit Ethernet

Стандарт	Год	Тип	Скорость передачи (Гбит/с)	Мах длина сегмента	Тип кабеля
IEEE 802.3ae	2003	10GBASE-SR	10	26-300 м	оптоволоконный
	2003	10GBASE-LX4	10	Одномод. - 10 км Многомод. - 300 м	
	2003	10GBASE-LR	10	10 км	
	2003	10GBASE-ER	10	40 км	
	2003	10GBASE-SW	10	26 м — 40 км	
	2003	10GBASE-LW	10		
	2003	10GBASE-EW	10		
IEEE 802.3ak	2004	10GBASE-CX4	10	15м	медный кабель CX4
IEEE 802.3an	2006	10GBASE-T	10	100 м	UTP/STP cat 6,6a,7
IEEE 802.3aq	2006	10GBASE-LRM	10	220 м	оптоволоконный
IEEE 802.3ar	2007	10GBASE-KX4	10	1 м	для объединительной платы
IEEE 802.3ar	2007	10GBASE-KR	10	1 м	
IEEE 802.3av	2009	10GBASE-PR	10	20 км	оптоволоконный

- **1000BASE-T**, IEEE 802.3ab - основной гигабитный стандарт, опубликованный в 1999 году, использует витую пару категории 5е. В передаче

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

11070006.11.03.02.677.ПЗВКР

Лист

29

данных участвуют 4 пары, каждая пара используется одновременно для передачи по обоим направлениям со скоростью — 250 Мбит/с.

- **1000BASE-TX** - Распространения не получил из-за высокой стоимости кабелей, фактически устарел. Стандарт разделяет принимаемые и посылаемые сигналы по парам (две пары передают данные, каждая на 500 Мбит/с и две пары принимают), что упрощало бы конструкцию приёмопередающих устройств.

- **1000BASE-X** - общий термин для обозначения стандартов со сменными приёмопередатчиками в форм-факторах GBIC или SFP.

- **1000BASE-SX**, IEEE 802.3z - стандарт, использующий многомодовое волокно в первом окне прозрачности с длиной волны, равной 850 нм. Дальность прохождения сигнала составляет до 550 метров.

- **1000BASE-LX**, IEEE 802.3z - стандарт, использующий одномодовое или многомодовое оптическое волокно во втором окне прозрачности с длиной волны, равной 1310 нм. Дальность прохождения сигнала зависит только от типа используемых приёмопередатчиков и, как правило, составляет для одномодового оптического волокна до 5 км и для многомодового оптического волокна до 550 метров.

- **1000BASE-CX** - стандарт для коротких расстояний (до 25 метров), использующий 2-х парный экранированный кабель (150 Ом, STP IBM Type I или лучше). Применяется кодирование 8B/10B, сигнал передаётся по одной паре, принимается по другой паре проводов; разъёмы - 9-контактный D, HSSDC. Заменён стандартом 1000BASE-T и сейчас не используется.

- **1000BASE-LH** (Long Haul) - стандарт, использующий одномодовое волокно. Дальность прохождения сигнала без повторителя — до 100 километров.

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- **10GBASE-CX4** - технология 10-гигабитного Ethernet для коротких расстояний (до 15 метров), используется медный кабель CX4 и коннекторы InfiniBand.
- **10GBASE-SR** - технология 10-гигабитного Ethernet для коротких расстояний (до 26 или 82 метров, в зависимости от типа кабеля), используется многомодовое волокно. Он также поддерживает расстояния до 300 метров с использованием нового многомодового волокна (2000 МГц/км).
- **10GBASE-LX4** - использует уплотнение по длине волны для поддержки расстояний от 240 до 300 метров по многомодовому волокну. Также поддерживает расстояния до 10 километров при использовании одномодового волокна.
- **10GBASE-LR** и **10GBASE-ER** - Эти стандарты поддерживают расстояния до 10 и 40 километров, соответственно.
- **10GBASE-SW, 10GBASE-LW** и **10GBASE-EW** - Эти стандарты используют физический интерфейс, совместимый по скорости и формату данных с интерфейсом OC-192 / STM-64 SONET/SDH. Они подобны стандартам 10GBASE-SR, 10GBASE-LR и 10GBASE-ER соответственно, так как используют те же самые типы кабелей и расстояния передачи.
- **10GBASE-T, IEEE 802.3an-2006** - Принят в июне 2006 года после 4 лет разработки. Использует витую пару категории 6 (максимальное расстояние 55 метров) и 6а (максимальное расстояние 100 метров).
- **10GBASE-KR** - Технология 10-гигабитного Ethernet для кросс-плат (backplane/midplane) модульных коммутаторов/маршрутизаторов и серверов (Modular/Blade).

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

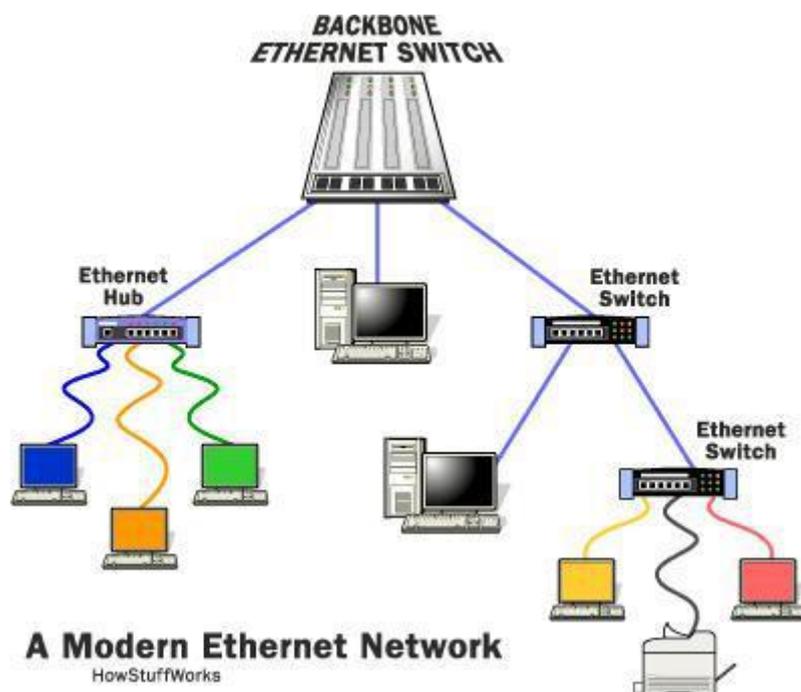


Рисунок 2.9 - Схема технология Ethernet

Вывод к разделу 2

Научно-исследовательская работа состоит из исследования, если, что будет разработан для обслуживания квартиры в жилом будет использовать услуги оператора телекоммуникационных услуг в формате Triple Play (Голос, Данные и Видео). Такая услуга, направленной на рост клиентской базы и предложение услуг нового поколения, с помощью одного волоконно-оптических посредством мультиплексирования от информации. Проект будет разработан с центра до дома клиента.

В этом часть чтобы обеспечивать абонентов Микрорайона Нова Вида качественными мультисервисными услугами принято проектное решение использовать технологию FTTB. Сейчас надо выбрать сетевое оборудование для реализации сети.

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.2 Разработка концепции реализации мультисервисной сети связи Микрорайона Нова Вида

в сеть Микрорайона Нова Вида необходимо реализовать— ядро сети, агрегация и доступ.

На уровне ядра будут установлены: коммутирующий маршрутизатор уровня L3, серверы, базы данных, шлюзы для доступа во внешние сети.

На уровне агрегации принято решение установить 2 коммутатора, которые будут объединять потоки данных от коммутаторов доступа.

На уровне доступа будут расположены коммутаторы, объединяющие абонентский трафик от окончных абонентских устройств.

Технология FTTB предусматривает прокладку оптического кабеля от коммутатора ядра до коммутаторов агрегации, и от коммутаторов агрегации до коммутаторов доступа, которые размещают непосредственно в зданиях. В здании абонентская распределительная сеть реализуется на базе витой пары UTP cat5e. Пример реализации сети показан на рисунке 2.10

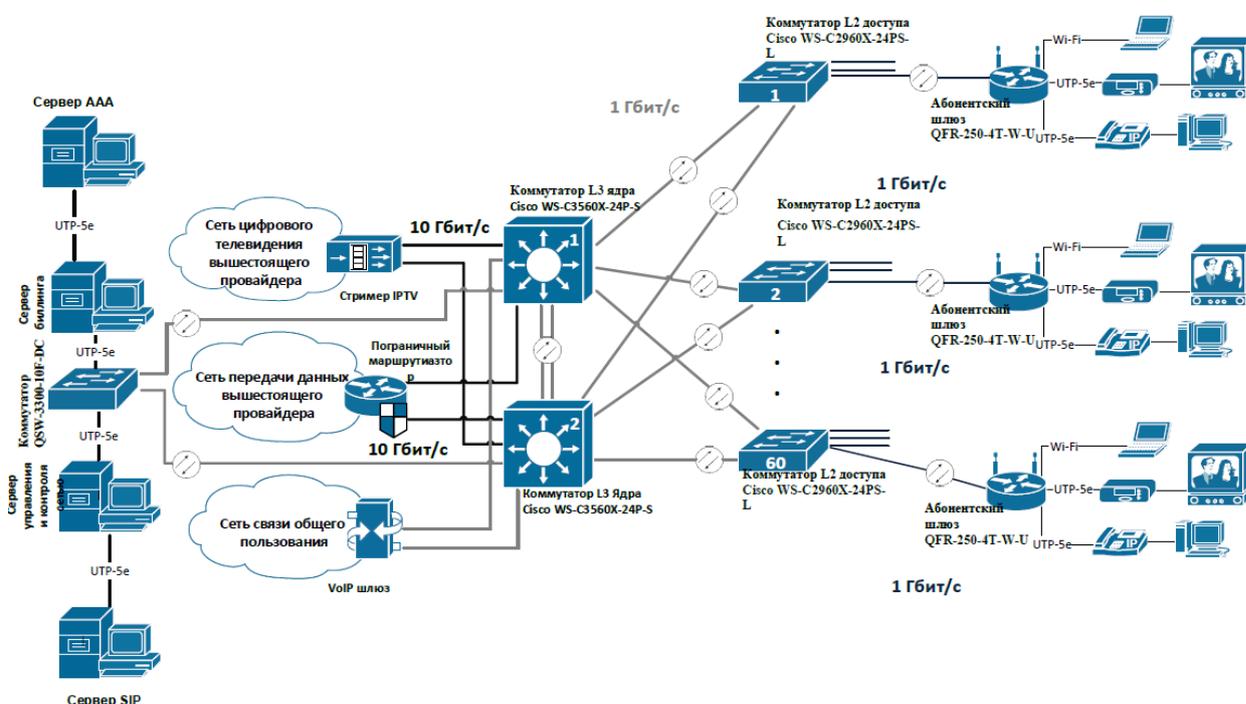


Рисунок 2.10 - Концепция реализации мультисервисной сети связи

3 ВЫБОР СЕТЕВОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ЛИНЕЙНО-КАБЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

3.1 Выбор оборудования

Описание решения.

Традиционная трехуровневая архитектура сети

- Уровень доступа
- Уровень агрегации
- Уровень ядра

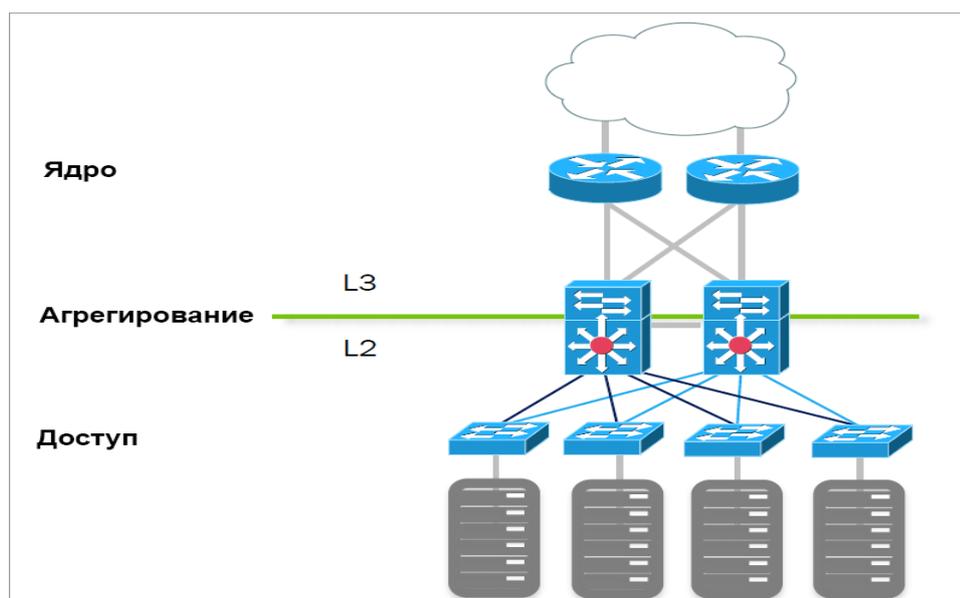


Рисунок 3.1 - Архитектура сети FTTB

Описание решения «классический» FTTB

Схема предоставления сервисов:

UntagHybrid, порты на доступе: MAC-VLAN, MVR

QinQ на агрегации: VLAN на коммутатор доступа

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.677.ПЗВКР

Лист

34

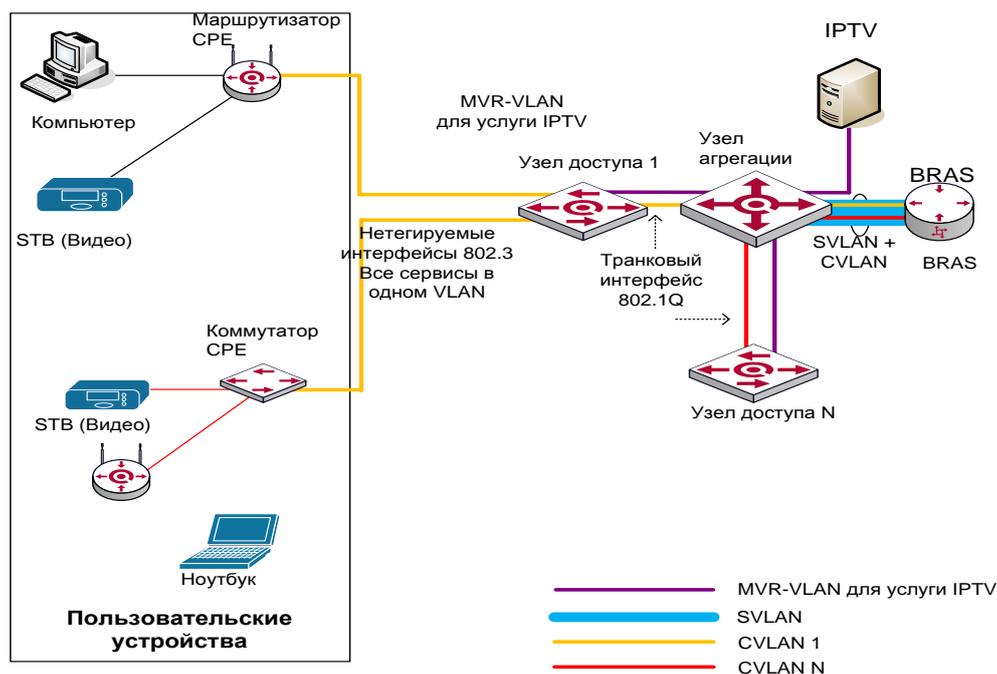


Рисунок 3.2 - Схема предоставления сервисов

Позиционирование:

Решение предназначено для средних городов

Безопасность: DHCP(v6) snooping/relay/IPSG, ARPguard/Option 82/PPPoE+, Portsecurity/MAC addresslimit, AAA TACACS+/RADIUS, Authentication ACL

Масштабируемость: LACP, 4x1GE интерфейса на доступе, 2x10GE интерфейса на агрегации, Модульная архитектура сети

Управляемость: Telnet, SSH v1/2, SNMP v2/v3 (MIB), LLDP

Надежность: QoS, ERRP, ERPS, STP/RSTP/MSTP, SYSLOG/SNMP, Cabletester/optical DDM.

									Лист
									35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	11070006.11.03.02.677.ПЗВКР				

Состав решения «классический» FTTB

В проекте принято решение использовать сетевую платформу Компания CISCO предоставляющий операторам законченные комплексные решения: начиная от активного оборудования уровня доступа и агрегации, заканчивая пассивными компонентами, такими как. Они нам помогали решать задачи построения мультисервисных сетей.

Cisco Systems рада представить новые коммутаторы Cisco Catalyst 2960 Series Intelligent Ethernet, новую линейку автономных устройств с фиксированной конфигурацией, которые обеспечивают подключение к ПК Fast Ethernet и Gigabit Ethernet для предприятий начального уровня, среднего бизнеса и филиалов Сетей, помогая расширять возможности ЛВС.

Cisco Catalyst 2960 - семейство коммутаторов фиксированной конфигурации с большим разнообразием моделей для организации уровня доступа локальной сети (непосредственное подключение компьютеров/рабочих станций/ сетевых принтеров).

Cisco Catalyst 2960 не поддерживают маршрутизацию (но умеют фильтровать трафик, основываясь на информации 3-го уровня - IP) и не могут быть объединены в стэк. Возможностью стэкирования обладают коммутаторы нового поколения Cisco Catalyst 2960S.

Серия Catalyst 2960 предлагает интегрированную защиту, включая контроль доступа к сети (NAC), а также улучшенное качество обслуживания (QoS) и отказоустойчивость, предоставляя интеллектуальные услуги для сети.

Серия также включает в себя ряд аппаратных улучшений для сетевых менеджеров, включая конфигурации с двухцелевыми (альтернативно проводными) восходящими линиями для Gigabit Ethernet, позволяющие сетевому администратору использовать либо медную, либо волоконную

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

линию восходящего канала. Также включен 24-портовый член семейства Gigabit Ethernet, ускоряющий Gigabit для настольных ПК (GTTD) по всей сети.

приведены краткие описания переключателей в серии Catalyst 2960

- 24 порта Ethernet 10/100 и 2 восходящих канала 10/100/1000 TX
- 1 стойка (RU), переключатель фиксированной конфигурации
- Интеллектуальные услуги корпоративного класса на уровне начального уровня

начального уровня

- Установлено базовое изображение локальной сети



Рисунок 3.3 - Уровень доступа

Уровень Доступа :

Серии C2960

- Модели: WS-C2960X-24PS-L/WS-C2960X-48LPS-L/WS-C2960X-48FPS-L/WS-C2960X-48TS-LL
 - 8/24/48 портов 10/100/1000 Base-TX (1000 мбит/с) + 2-4 порта Gigabit Ethernet, а также модели со всеми портами на 1 Gigabit,
 - Безвентиляторный
 - Порты POE (Power Over Ethernet) для питания IP-телефонов или беспроводных точек доступа,
 - Комбинированные гигабитные аплинки (медный 10/100/1000BASE-T Ethernet или SFP-модуль для перехода в другую среду - Cisco 1000BASE-SX, 1000BASE-LX, 1000BASE-ZX, 100BASE-FX, 100BASE-LX, CWDM SFP),

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

- Поддержка избыточного модуля питания Cisco® Redundant Power System 2300

Основные возможности коммутаторов

- Контроль уровня доступа и безопасность на каждом порту с помощью списков доступа (ACL-Access Control Lists) - на базе MAC или IP адресов, портов UDP/ TCP,
 - Возможность регулировать скорость передачи на каждом порту с шагом 64 кбит,
 - Поддержка QoS (Quality of Service), динамическая раздача адресов DHCP,
 - Поддержка объединения портов Link Aggregation для организации более скоростных соединений между коммутаторами и серверами,
 - VLAN: возможность организации транковых соединений на каждом порту с помощью тэгов 802.1q, до 255 VLAN на коммутатор, до 4000 VLAN ID,
 - Управление через Cisco Network Assistant (поддерживает широкий спектр моделей коммутаторов от Cisco Catalyst 2960 до Cisco Catalyst 4506)



Рисунок 3.4 - Уровень агрегации

Уровень агрегации:

Скорость коммутационной шины – более 20 Гбит/с (полный дуплекс)

Неблокирующая коммутация на 2 Уровне и IPv4-forwarding

2 апLINKка Gigabit Ethernet (C2960 TC с 24 портам GPON, 1GE, 4COMBO 4SFP, 12 GPON) на модуле управления (SCM); поддержка резервирования апLINKка: L2 LACP/RSTP, L2 ECMP/VRRP.

Поддержка резервирования модулей управления и коммутации (SCM): FullActive – Standby VLAN, Stacked VLAN, MAC aging, STP, 802.3x, управление потоком, зеркалирование портов, поддержка кадров большого размера.

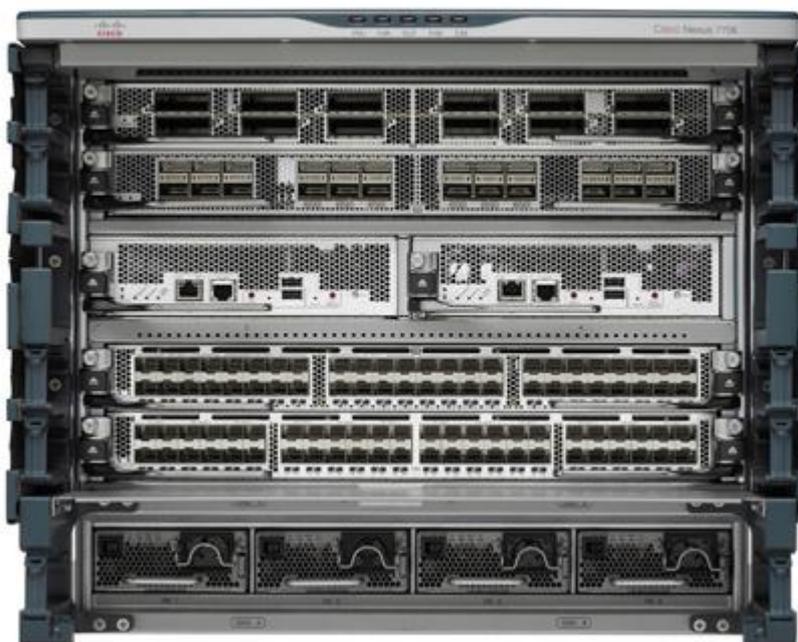


Рисунок 3.5 - Уровень ядра

Коммутатор Cisco WS-C3560X-24P-E - Используется в качестве управляющего и контролирующего устройства телефонной сети компании. Он значительно повышает качество связи, уменьшает нагрузку на сеть и

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

увеличивает эффективность работы сотрудников. Вы можете не только объединить ваши телефонные линии в один узел, но и защитить их от внешних угроз, а также обеспечить доступ к некоторым важным функциям IP-телефонии, видеосвязи и Wi-Fi-соединений. Его гигабитные Ethernet-порты обеспечивают высокую пропускную способность линий, а система PoE обеспечивает подключенные устройства электроэнергией прямо через «витую пару». Благодаря новому стандарту IEEE 802.3at Power Over Ethernet Plus, или «PoE+», передача электроэнергии по сетевому кабелю достигла 30 Ватт, а в целом бюджет энергии WS-C3560X-24P-E составляет 435 Ватт для 24 Ethernet-портов, работающих в режимах 10/100/1000 Мбит/с. Для устройств, поддерживающих Cisco Universal Power Over Ethernet передача энергии может достигать 60 Ватт на порт. Для обеспечения безопасности соединений коммутатор WS-C3560X-24P-E использует технологию Flexible NetFlow, которая оценивает структуру передаваемых данных для выявления злонамеренных пакетов, конфиденциальность связи обеспечивается шифрованием MACsec, а обеспечение идентификации абонентов и их доступа осуществляется с помощью службы TrustSec. Одним из главных особенностей данной модели является обеспечение IP Services – наиполнейшего из возможных комплекса программ и услуг от производителя, в том числе поддержка маршрутизации IPv6, дополнительные протоколы безопасности и оптимизации. Поскольку коммутаторы этого производителя часто используются в «стаках», следует помнить, что объединение коммутаторов рекомендуется проводить с устройствами одного уровня поддержки, или произвести апгрейд лицензии для устройств с уровнем поддержки LAN Base или IP Base. Также Cisco WS-C3560X-24P-E поддерживает сетевые модули того же производителя, увеличивающие пропускную способность устройства и добавляющие ему гигабитные или 10-гигабитные порты Ethernet.

Таблица 3.1- Характеристики Cisco WS-C3560X-24P-E

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Серия	Cisco Catalyst 3560-X
Уровень коммутатора	3+ уровень
Тип Cisco IOS	IP Services
Порты доступа Ethernet	24 x GE RJ-45
Порты агрегации Ethernet	Слот сетевого модуля
Таблица MAC адресов	12000 MAC адресов
Максимальный VLAN ID	4000
Число активных VLAN	1005 VLAN
Протоколы VLAN	Port-based/802.1Q
Габаритные размеры (ВхШхГ) см	44,5x4,45x46 см

Окончание таблицы 3.1

Память FLASH	64 Мб
Объем ОЗУ	256 Мб
Потребляемая мощность номинальная/максимальная	715 Вт
Тип питания	АС 220В
Высота RM UNIT	1U
Коммутация Мпакетов/с (MPPS)	65,5 MPPS
Матрица коммутации	160 Гбит/с
Тип установки	Настольное
Порты консольные	mini-USB Type B RS232 - RJ45 10/100 - RJ45
Порты питания PoE	24 PoE
Мощность PoE	435 Вт

3.2 Выбор линейно-кабельных сооружений

На участках сети ядро-агрегация и агрегация-доступ принято решение применять волоконно-оптический кабель для прокладки в телефонной кабельной канализации марки ОККМ(н)-01-6х4-(2,7) производства ЗАО «Москабель-Фуджикура».

ОПТИЧЕСКИЕ КАБЕЛИ ОККМ ДЛЯ ПРОКЛАДКИ В КАБЕЛЬНОЙ КАНАЛИЗАЦИИ И ВНУТРИОБЪЕКТОВЫЕ

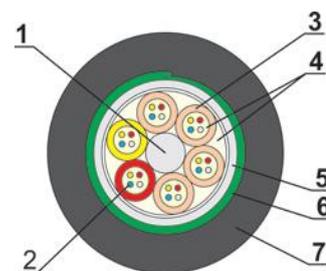
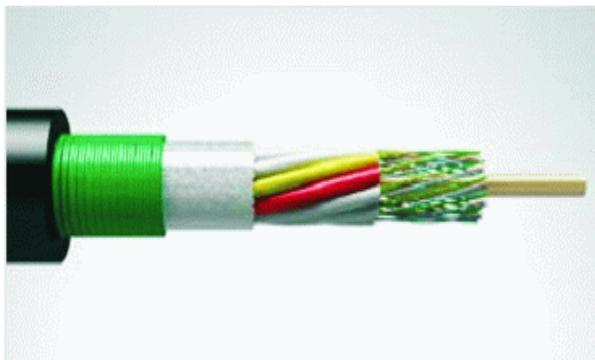


Рисунок 3.6 – Конструкция кабеля:

Конструкция:

- 1 Центральный силовой элемент.
- 2 Оптическое волокно.
- 3 Оптический модуль.
- 4 Гидрофобный наполнитель.
- 5 Водоблокирующая лента.
- 6 Стальная гофрированная лента.
- 7 Внешняя оболочка из полиэтилена

Кабель оптический городской с центральным силовым элементом из стеклопластикового стержня, стального троса или стальной проволоки в

полиэтиленовой оболочке (или без нее), вокруг которого скручены оптические модули, содержащие до 24 оптических волокон каждый, и (при необходимости) кордели заполнения, с бронепокровом из стальной гофрированной ленты и внешней оболочкой из полиэтилена.

Применение:

- Кабель предназначен для прокладки в кабельной канализации, трубах, блоках, коллекторах, тоннелях, на мостах и в шахтах.

- Температура эксплуатации кабеля: от -40 до 70° С.
- Минимально допустимая температура прокладки -30°С.
- Количество ОВ в модуле - до 8
- Номинальный расчетный диаметр кабеля, мм - 10,9
- Расчетная масса кабеля, кг/км – 117
- Растягивающее усилие, кН - 2,7
- Раздавливающее усилие, Н/1см - не менее 300
- Минимальный радиус изгиба кабеля, мм - 218

Декларация о соответствии:

- №Д-КБ-1976-Декларация соответствия на кабель связи оптический типа ОККМ

Сертификаты пожарной безопасности:

- № НСОПБ.RU.ПР 013-3.Н.00068 – Кабели ОКГМн, ОКГЦн, ОККМн, ОККЦн, ОКТМн, ОКТЦн
- № С-RU.ПБ34.В.01610 – Кабели ОКГМ, ОКГЦ, ОККМ, ОККЦ, ОКТМ, ОКТЦ в исполнении - нг(А), нг(А)-LS, нг(А)-HF.

В кабелях используются оптические волокна в соответствии с Рекомендациями ITU-T G.651, G.652B, G.652D, G.655.

По требованию заказчика кабели изготавливают с внешней оболочкой из полиэтилена не распространяющего горение (н, нг), и из полимерных

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

композиций, не содержащих галогенов (типа HF), с пониженным дымо- и газовыделением (типа LS).

Обозначение назначения кабеля ОККМН:

ОК - Оптический кабель,

К - Канализация,

М - Многомодульной конструкции,

Н - Не горючая оболочка

Волокно оптический кабель может классифицироваться по специальному назначению, внешней прокладке и внутренней прокладке. Внешние кабели применяются в магистральных каналах, для прокладки по воздуху и для соединения офисов и жилых помещений. Такой вид кабеля обязательно должен иметь высокие характеристики устойчивости к механическим и природным воздействиям. Внутренние кабели применяются в помещениях здания и обладают вторичным покрытием, являющимся очень плотным. Специальные кабели, по сути являющиеся внешними, применяются для прокладки в грунте, в болотистой местности, по дну водоемов.

Волокно-оптический кабель, к которому относится и кабель ОККМ, в своем составе имеет стекловолокно, металл или пластик. С помощью такого кабеля происходит передача данных при помощи электромагнитных колебаний оптического диапазона.

При построении сети передачи данных необходимо соединять кабель. В этом помогает такое оборудование как кросс оптический уличный.

Расшифровка маркировки ОККМ

Расшифровывается маркировка оптического кабеля ОККМ следующим образом: ОК означает оптический кабель, К – то, что он предназначен для прокладки в канализациях, коллекторах, трубах, блоках и поэтому покрыт гофрированной лентой из стали, М означает, что имеется многомодульный

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

сердечник.

Устройство кабеля ОККМ

Оптический кабель для прокладки в канализации может выполняться в различных видах:

- с модульной конструкцией;
- с центральным оптическим модулем.

Модульный кабель такого типа имеет центральный силовой элемент, с помощью которого обеспечивается защита изделия от возникновения разрывов во время осуществления процесса прокладки и при эксплуатации. Благодаря этому элементу отпадает необходимость в использовании дополнительных силовых элементов. Центральный силовой элемент представлен стеклопластиковым стержнем либо стальным тросом, который располагается в центре.

Центральный силовой элемент окружают оптические модули, включающие в себя до 24-х оптических волокон. Между модулями и внутри каждого модуля пространство заполняется гидрофобным наполнителем. Все модули покрыты водоотталкивающей лентой и стальной гофрированной лентой, которая представляет собой защитный бронепокров. Внешняя защита оптического кабеля представляет собой наличие защитной полиэтиленовой оболочки.

Факторы выбора кабеля ОККМ

Выбирая кабель, следует обращать внимание на следующие характеристики:

- прочность;
- гибкость;
- устойчивость к воздействию химических веществ и факторов внешней среды;
- стойкость к механическим воздействиям.

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таким образом, при выборе кабеля ОККМ следует учитывать многие факторы. Главное, обращаться за подобной продукцией к известным производителям, которые предложат качественную продукцию по доступным ценам. Заказчики, конечно же, ставят стоимость кабеля на первое место при выборе, точно так же можно сказать, что и на патч-корд цена является важнейшим параметром для покупателя.

Вывод к разделу 3

Выбрал сетевое оборудование и кабел оптический чтобы организовать мультисервисную сеть связи.

4 РАСЧЕТ НАГРУЗОК МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ

4.1 Исходные данные для расчета нагрузка

На этапе анализа объекта была собрана информация о количестве потенциальных абонентов, исходя из расчета одна квартира – один абонент. На данном этапе планируется расчет нагрузки, генерируемой абонентами от использования мультисервисными услугами.

Что касается процента проникновения услуг, то в проекте предполагается следующее: 80 % проникновение услуги доступа в сеть Интернет, 50 % - IP-TV, 70% - IP-телефония. Перечень предоставляемых услуг и процент их проникновения приведен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Список услуг

Номер здание	Физ. Лиц	Юр. Лиц	Интернет	Телефония	TV
1.	54	20	44	38	27
2.	54	13	44	38	27

3.	54	6	44	38	27
4.	54	8	44	38	27
5.	54	13	44	38	27
6.	54	3	44	38	27
7.	54	20	44	38	27
8.	54	19	44	38	27
9.	54	9	44	38	27
10.	54	19	44	38	27
11.	54	8	44	38	27

Окончание таблицы 4.1

12.	54	7	44	38	27
13.	54	13	44	38	27
14.	54	12	44	38	27
15.	54	5	44	38	27
16.	54	2	44	38	27
17.	54	6	44	38	27
18.	54	3	44	38	27
19.	54	7	44	38	27
20.	54	9	44	38	27
Итого:	1080	202	880	760	540

Количество сетевых узлов определяется количеством абонентов в районе и расстояния между абонентами. Зная количество абонентов, которое приходится на каждый здание, рассчитаем необходимое количество коммутаторов, при этом примем в расчет, что максимальное количество портом равно 24.

Определения коммутатор

$$N_{\text{ком}} = [N_{\text{аб}} / N_{\text{портос}}] \quad (4.1)$$

Где [] – округление в большую сторону

$$1 \text{ здание: } N_{\text{ком}} = [54 / 24] = 3$$

$$2 \text{ здание: } N_{\text{ком}} = [54 / 24] = 3$$

$$3 \text{ здание: } N_{\text{ком}} = [54 / 24] = 3$$

$$4 \text{ здание: } N_{\text{ком}} = [54 / 24] = 3$$

$$5 \text{ здание: } N_{\text{ком}} = [54 / 24] = 3$$

$$6 \text{ здание: } N_{\text{ком}} = [54 / 24] = 3$$

$$7 \text{ здание: } N_{\text{ком}} = [54 / 24] = 3$$

$$8 \text{ здание: } N_{\text{ком}} = [54 / 24] = 3$$

$$9 \text{ здание: } N_{\text{ком}} = [54 / 24] = 3$$

$$10 \text{ здание: } N_{\text{ком}} = [54 / 24] = 3$$

$$11 \text{ здание: } N_{\text{ком}} = [54 / 24] = 3$$

$$12 \text{ здание: } N_{\text{ком}} = [54 / 24] = 3$$

$$13 \text{ здание: } N_{\text{ком}} = [54 / 24] = 3$$

$$14 \text{ здание: } N_{\text{ком}} = [54 / 24] = 3$$

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

$$15 \text{ здание: } N_{\text{КОМ}} = [54/24] = 3$$

$$16 \text{ здание: } N_{\text{КОМ}} = [54/24] = 3$$

$$17 \text{ здание: } N_{\text{КОМ}} = [54/24] = 3$$

$$18 \text{ здание: } N_{\text{КОМ}} = [54/24] = 3$$

$$19 \text{ здание: } N_{\text{КОМ}} = [54/24] = 3$$

$$20 \text{ здание: } N_{\text{КОМ}} = [54/24] = 3$$

Общее число коммутаторов доступа:

$$N_{\text{к.д.}} = \sum N_{\text{КОМ}} = 60 \quad (4.2)$$

Ввиду того, что при расчетах было выполнено округление, то для некоторых зданий вместо одного 24-ми портового коммутатора можно использовать 24/48 портовый коммутатор.

ВКР проекте будет произведен расчет нагрузки, которая генерируется абонентами на одном 24 портовом коммутаторе. Далее, исходя из количества коммутаторов, будет произведена оценка пропускной способности, которую необходимо обеспечить на уровне агрегации сети.

Расчеты трафика необходимо выполнять для ЧНН (час наибольшей нагрузки), т.к. требуется обеспечить высокую надежность сети и лишить ее перегрузок. Под сетевым узлом понимается фрагмент сети абонентского доступа – данном случае это 60 коммутатор доступа.

Таблица 4.2 - Значения параметров

Параметр	Обозначение	Значение
----------	-------------	----------

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1	2	3
1. Количество сетевых узлов для подключения абонентов Triply Play	FN	60
2. Число абонентов сети:	NS	1282
3. Отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во входящем потоке	OHD	10%
4. Отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине в исходящем потоке	OHU	15%

Окончание таблицы 4.2

5. Процент абонентов Triple Play: - находящихся в сети в ЧНН; - одновременно принимающих или передающих данные; - одновременно пользующихся услугами TV IP	DAAF DPAF IPVS AF	80% 70% 60%
6. Услуга передачи данных: 6.1 Пропускная способность сети для передачи данных к абоненту: - средняя пропускная способность; - пиковая пропускная способность; 6.2 Пропускная способность сети для передачи данных от абонента: - средняя пропускная способность; - пиковая пропускная способность	ADBS PDBS AUBS PUBS	30 Мбит/с 50 Мбит/с 10 Мбит/с 15 Мбит/с
7. Услуга TV IP: - проникновение услуги;	IPVS MP	60%

-количество сессий на абонента;	IPVS SH	1,3
-использование режима Unicast;	IPVS UU	30%
-использование режима Multicast;	IPVS MUM	70%
-использование потоков Multicast;	IPVS MU	70%
-количество доступных каналов;	IPVS MA	60
-скорость видеопотока;	VSB	6 Мбит/с
-запас на вариацию битовой скорости	SVBR	0,2

4.2 Расчет трафика телефонии

Расчет необходимой полосы пропускания при предоставлении услуги IP-телефонии будет производиться из расчета 70% проникновения услуги. Количество абонентов, использующих терминалы SIP и подключаемые в пакетную сеть на уровне абонентского доступа равно:

$$N_{\text{SIP}} = [24 * 0,7] = 17, \text{ абонентов} \quad (4.3)$$

Для того чтобы грамотно организовать предоставление услуги IP телефонии необходимо выполнить расчет, в ходе которого будет определена необходимая полоса пропускания. Начальными параметрами для выполнения расчета являются:

Необходимо определить ресурс для передачи телефонного трафика в пакетной сети, поступающего на концентратор, при условии использования кодека. Полезная нагрузка голосового пакета при использовании кодека G.729 определим как:

$$U_{\text{полезн}} = \frac{t_{\text{звуч.голова}} \cdot U_{\text{кодирования}}}{8 \text{бит} / \text{байт}}, \text{ байт} \quad (4.4)$$

где $t_{\text{звуч.голова}}$ - время звучания голоса, мс,

$U_{\text{кодирования}}$ - скорость кодирования речевого сигнала, Кбит/с.

Эти параметры являются характеристиками используемого кодека. В данном случае для кодека G.729A скорость кодирования – 8кбит/с, а время звучания голоса – 20 мс.

$$Y_{\text{полезн}} = \frac{20 \cdot 8}{8} = 20 \text{ байт.}$$

Каждый пакет имеет заголовок длиной в 58 байт.

Общий размер голосового пакета составит

$$V_{\text{пакета}} = L_{\text{Eth}} + L_{\text{IP}} + L_{\text{UDP}} + L_{\text{RTP}} + Y_{\text{полезн}}, \text{ байт,} \quad (4.5)$$

где L_{Eth} , IP, UDP, RTP – длина заголовка Ethernet, IP, UDP, RTP протоколов соответственно, байт,

$Y_{\text{полезн}}$ – полезная нагрузка голосового пакета, байт.

$$V_{\text{пакета}} = 14 + 20 + 8 + 16 + 20 = 78, \text{ байт.}$$

Использование кодека G.729A дает возможность передавать через шлюз по 50 пакетов в секунду, таким образом, полосу пропускания можно вычислить по формуле :

$$\text{ППр}_1 = V_{\text{пакета}} \cdot \frac{8 \text{ бит}}{\text{байт}} \cdot 50_{\text{pps}}, \text{ Кбит / с,} \quad (4.6)$$

где $V_{\text{пакета}}$ – размер голосового пакета, байт.

$$\text{ППр}_1 = 78 \cdot 8 \cdot 50 = 31,2 \text{ Кбит / с.}$$

Вычислим полосу пропускания WAN для каждой точки присутствия:

$$\text{ППр}_{\text{WAN}} = \text{ППр}_1 \cdot N_{\text{SIP}} \cdot \text{VAD}, \text{ Мбит/с,} \quad (4.7)$$

где ППр_1 – полоса пропускания для одного вызова, Кбит/с,

N_{SIP} – количество голосовых портов в точке присутствия, шт,

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

VAD (Voice Activity Detection) – коэффициент механизма идентификации пауз (0,7).

$$ППр_{WAN} = 31,2 \cdot 17 \cdot 0,7 = 371,3 \text{ Кбит/с.}$$

Используя другие кодеки для передачи голосовых сообщений можно получить другие значения требуемой полосы пропускания.

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

4.3 Расчет трафика видеопотоков

Для расчета требуемой полосы пропускания для передачи видеопотоков воспользуемся данными из таблицы 4.2.

Чтобы определить среднее количество абонентов, которые подключены к одному сетевому узлу воспользуемся формулой:

$$AVS = NS/FN, \text{ аб}, \quad (4.8)$$

где NS – общее число абонентов, аб,

FN – количество оптических сетевых узлов, шт.

$$AVS = 24 * 0,5 = 12 \text{ аб.}$$

Количество абонентов на одном оптическом сетевом узле, пользующихся услугами интерактивного телевидения одновременно, определяется коэффициентом IPVS Market Penetration.

$$IPVS \text{ Users} = AVS \cdot IPVS \text{ MP} \cdot IPVS \text{ AF} \cdot IPVS \text{ SH}, \text{ аб}, \quad (4.9)$$

где IPVS MP – коэффициент проникновения услуги IP TV,

IPVSAF – процент абонентов, пользующихся услугами IP TV одновременно в ЧНН,

IPVSSH – коэффициент, показывающий, сколько различных программ одновременно принимается в одном доме.

$$IPVSUsers = 12 * 0,6 * 0,6 * 1,3 = 6 \text{ аб.}$$

Абоненты, которые будут на своем абонентском оборудовании принимать несколько видеопотоков, считаются системой как несколько пользователей.

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

Трансляция видеопотоков может осуществляться в разных режимах – multicast и unicast. Абонент, подключивший услугу видео по запросу, будет соответствовать один видеопоток, следовательно, количество индивидуальных потоков равно количеству абонентов принимающих эти потоки.

$$IPVSUS = IPVSUsers \cdot IPVSUU \cdot UUS, \text{ потоков,} \quad (4.10)$$

Где $IPVSUU$ – коэффициент проникновения услуги индивидуального видео,

$UUS=1$ – количество абонентов, приходящихся на один видеопоток.

$$IPVSUS = 6 * 0,3 * 1 = 2 \text{ потоков.}$$

Один групповой поток принимается одновременно несколькими абонентами, следовательно, количество индивидуальных потоков

$$IPVSMS = IPVSUsers \cdot IPVSMU, \text{ потоков,} \quad (4.11)$$

где $IPVSMU$ – количество абонентов, принимающих групповые видеопотоки.

$$IPVSMS = 6 * 0,7 = 5 \text{ потоков.}$$

Количество доступных групповых видеопотоков зависит от количества программ, предоставляемых провайдером. При предоставлении услуги IPTV не все потоки одновременно транслируются внутри некоторого сегмента обслуживания.

Рассчитывается максимальное количество видеопотоков среди доступных, которое будет использоваться абонентами, пользующимися услугами группового вещания

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$IPVSMSM = IPVSMA \cdot IPVSMUM, \text{ видеопотоков} \quad (4.12)$$

где $IPVSMA$ – количество доступных групповых видеопотоков,

$IPVSMUM$ – процент максимального использования видеопотоков.

$$IPVSMSM = 60 * 0,7 = 42 \text{ видеопотоков.}$$

Транслирование видеопотоков в IP сети может происходить с переменной битовой скоростью. Средняя скорость одного видеопотока, принимаемого со спутника, составляет 4 Мбит/с. С учетом добавления заголовков IP пакетов и запаса на вариацию битовой скорости скорость передачи одного видеопотока в формате MPEG-2 составит

$$IPVSB = VSB \cdot (1+SVBR) \cdot (1+OHD), \text{ Мбит/с,} \quad (4.13)$$

где VSB – скорость трансляции потока в формате MPEG-2, Мбит/с,

$SVBR$ – запас на вариацию битовой скорости.

$$IPVSB = 6 * (1+0,2) * (1+0,1) = 7,92 \text{ Мбит/с.}$$

Для передачи одного видеопотока в формате MPEG-2 по IP сети в режимах группового и индивидуального вещания необходима пропускная способность соответственно

$$IPVSMNB = IPVSMS * IPVSB, \text{ Мбит/с,} \quad (4.14)$$

$$IPVSUNB = IPVSUS * IPVSB, \text{ Мбит/с,} \quad (4.15)$$

где $IPVSMS$ – количество транслируемых потоков в режиме multicast,

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

IPVSUS – количество транслируемых потоков в режиме unicast,

IPVSB – скорость передачи одного видеопотока.

$$IPVSMNB = 5 * 7,92 = 39,6 \text{ Мбит/с},$$

$$IPVSUNB = 2 * 7,92 = 15,84 \text{ Мбит/с}.$$

Групповые потоки транслируются от головной станции к множеству пользователей, и общая скорость для передачи максимального числа групповых видеопотоков в ЧНН составит

$$IPVS \text{ MNBM} = IPVSM \text{ MSM} * IPVSB, \text{ Мбит/с}, \quad (4.15)$$

где IPVSMMSM – число используемых видеопотоков среди доступных,

IPVSB – скорость передачи одного видеопотока.

$$IPVS \text{ MNBM} = 42 * 7,92 = 332,64 \text{ Мбит/с}.$$

Общая пропускная способность для IP сети с предоставлением услуг интерактивного телевидения на одном сетевом оптическом узле сложится из пропускной способности для передачи видео в групповом и индивидуальном режимах

$$AB = IPVSMNB + IPVSUNB, \text{ Мбит/с} \quad (4.16)$$

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

где $IPVSMNB$ – пропускная способность для передачи группового видеопотока,

$IPVSUNB$ – пропускная способность для передачи индивидуального видеопотока.

$$AB = 39,6 + 15,84 = 55,44 \text{ Мбит/с.}$$

4.4 Расчет трафика передачи данных

В час наибольшей нагрузки количество активных абонентов, в связи с этим для их подсчета используется пятиминутный временной интервал внутри ЧНН, и максимальное число активных абонентов за этот период времени определяется параметром Data Average Activity Factor (DAAF), в соответствии с этим количество активных абонентов составит.

$$AS = TS * DAAF, \text{ аб,} \quad (4.17)$$

где TS – число абонентов на одном сетевом узле, аб,

$DAAF$ – процент абонентов, находящихся в сети в ЧНН.

$$AS = 24 * 0,8 = 20 \text{ аб.}$$

Каждый абонент может, как принимать, так и передавать данные, объем принимаемых данных обычно значительно больше передаваемых.

Средняя пропускная способность для приема данных составит

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

$$BDDA = (AS * ADBS) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с}, \quad (4.18)$$

$$BDDA = (20 * 30) * (1+0,1) = 660 \text{ Мбит/с}.$$

Средняя пропускная способность для передачи данных

$$BUDA = (AS * AUBS) * (1 + OHU), \text{ Мбит/с}, \quad (4.19)$$

$$BUDA = (20 * 10) * (1+0,15) = 230 \text{ Мбит/с}.$$

Количество абонентов, передающих или принимающих данные в течение некоторого короткого промежутка времени, определяет пиковую пропускную способность сети. Количество таких абонентов в час наибольшей нагрузки определяется коэффициентом Data Peak Activity Factor (DPAF)

$$PS = AS * DPAF, \text{ аб}, \quad (4.20)$$

$$PS = 20 * 0,7 = 14 \text{ аб}.$$

Пиковая пропускная способность измеряется за короткий промежуток времени (1 секунда), она необходима для приема и передачи данных в момент, когда одновременно несколько пользователей передают или принимают данные по сети. Пиковая пропускная способность, требуемая для приема данных в час наибольшей нагрузки

$$BDDP = (PS * PDBS) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с}, \quad (4.21)$$

$$BDDP = (14 * 50) * (1+0,1) = 770 \text{ Мбит/с}.$$

Пиковая пропускная способность для передачи данных в ЧНН

$$BUDP = (PS * PUBS) * (1 + OHU), \text{ Мбит/с} \quad (4.22)$$

$$BUDP = (14 * 15) * (1+0,15) = 241,5 \text{ Мбит/с}.$$

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

Для проектирования сети необходимо использовать максимальное значение полосы пропускания среди пиковых и средних значений для исключения перегрузки сети

$$BDD = \text{Max} [BDDA; BDDP], \text{ Мбит/с}, \quad (4.23)$$

$$BDU = \text{Max} [BUDA; BUDP], \text{ Мбит/с},$$

$$BDD = \text{Max} [660; 770] = 770 \text{ Мбит/с},$$

$$BDU = \text{Max} [230; 241,5] = 241,5 \text{ Мбит/с}.$$

Общая пропускная способность для приема и передачи данных, необходимая для нормального функционирования оптического сетевого узла, составит

$$BD = BDD + BDU, \text{ Мбит/с}, \quad (4.24)$$

$$BD = 770 + 241,5 = 1011,5 \text{ Мбит/с}.$$

Теперь определим общую пропускную способность для приема и передачи данных, т.е. при пользовании всеми услугами (видео, голос, данные), которая генерируется на одном узле:

$$\text{ПП}_{\text{узла}} = \text{ПП}_{\text{pWAN}} + \text{AB} + \text{BD} \quad (4.25)$$

где ПП_{pWAN} – пропускная способность для трафика IP телефонии, Мбит/с,

AB – пропускная способность для видеопотоков, Мбит/с,

BD – пропускная способность для трафика данных, Мбит/с.

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

$$ПП_{\text{узла}} = 371,3 + 190,08 + 1011,5 = 1572,88 \text{ Мбит/с.}$$

Вывод Таким образом, для телефонии 371,3 Кбит/с, для передачи видеопотоков 55,44 Мбит/с, для передачи данных 1572,88 Мбит/с.

Расчет нагрузок показал, что для реализации сети необходимо на уровне ядра реализовать сеть 1 Gigabit Ethernet, а на уровне распределения - Ethernet.

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

5 РАСЧЕТ ОБЪЕМА ОБОРУДОВАНИЯ

В разделе 3.1 был приведен расчет необходимого количества коммутаторов доступа. Теперь необходимо рассчитать количество коммутаторов на уровне агрегации. Коммутаторы доступа фирмы CISCO.

Расчет объема оборудования выполняется не только с учетом требуемого количества абонентских портов, но и с учетом эксплуатационного запаса и расстояний между сетевыми сегментами.

Рассчитаем количество оборудования для сегмента доступа в проектируемой сети:

$$N_{\text{агр}} = [N_{\text{к.д.}} / N_{\text{портов}}] \quad (5.1)$$

где $N_{\text{агр}}$ - количество оборудования доступа,

$N_{\text{к.д.}}$ - количество коммутаторов доступа,

$N_{\text{портов}}$ - количество портов в оборудовании.

[]-округление в большую сторону.

$$N_{\text{агр}} = [60/24] = 3$$

Важно учесть, что для абонентской разводки на базе кабеля UTP cat5е ограничение по длине сегмента 100 метров, в проекте подобрано количество и тип коммутаторов доступа, с учетом этажности зданий и количества квартир на этаж, а также эксплуатационного запаса. Полученные результаты в таблицы 5.1 – 5.3.

Таблица 5.1 - Расчет объема оборудования (уровень доступа)

Этажей в здании	Квартир	Всего зданий	Типы коммутаторов	Всего шт.
9	6x1 Этаж	20	24 порта	60

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 5.2 – Стоимость оборудования доступа

Тип коммутатора/ количество портов	Коммутаторов	Цена за 1шт	Сумма
24 портов	60	97 592 руб	5 855 520 руб

Для уровня агрегации выбраны 2 коммутаторы, 24 портов. На уровне ядра будет использован 1 маршрутизатор cisco ISR 3900 ,Оборудование IPTV (1 комплект для требуемого количества абонентов). Для подключения коммутаторов доступа потребуется 2 коммутаторы агрегации.

Таблица 5.3 – Стоимость оборудования агрегации

Оборудование	Количество	Цена, руб	Сумма, руб
Коммутатор CISCO WS-C2960X-24PS-L 24 портов, включая модуль электропитания POE 220В/-48В (в подъездах домов)	60	86 190 руб	5 171 400 руб
Коммутатор CISCO WS-C2960X-24PS-L (агрегация)	2	86 190 руб	172 380 руб
Коммутатор CISCO WS-C3560X-24P-S 3 уровня 24 x GE RJ-45(ядро)	2	190 426 руб	380 852 руб

Вывод к разделу 5:

С учетом экспликации объекта - Микрорайона Нова Вида, и особенностей оборудования, сделан расчет требуемого количества коммутаторов и маршрутизаторов, а также других сетевых устройств для организации мультисервисной сети связи.

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6 РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО РЕАЛИЗАЦИИ СЕТИ СВЯЗИ

6.1 Рекомендации по установке оборудования в домах

В проектируемой сети реализуется технология FTTB, т.е. с доведением оптического кабеля до здания.

В домах имеющих 9 этажей, у каждого третьего этажей, имеющих 1 коммутатор, всего коммутаторов в здание будут 3 за Технический этаж должен закрываться на замок, доступ к нему должен иметь только технический персонал. Коммутатор располагается вблизи к электрическим розеткам.

Коммутаторы на этажах располагаются так, чтобы сократить максимальную длину кабеля от коммутатора к абоненту. Коммутаторы подвешиваются на последнем этаже, либо на тех. этаже если имеется отдельное помещение, на стене на расстоянии не менее 1.5 метров от пола в защитном коробе, который закрывается, с целью защитить оборудование от вандалов.

технологии FTTB (Fiber To The Building - «Оптика в дом»): оптический кабель подводится к дому и распределяется по квартирам с помощью медного кабеля Ethernet. Это позволяет обеспечить в каждой квартире качественный доступ к сети Интернет на максимальной скорости до 100 Мбит/с. В зависимости от технологии подключения IP адрес может быть внешним или внутренним. На сегодняшний день технология FTTB является наиболее прогрессивной. Её потенциал позволяет быстро увеличить емкость сети в тех местах, где это необходимо, для предоставления услуг передачи данных наивысшего качества. Кроме того, FTTB обеспечивает одинаковую скорость для входящих и исходящих данных с компьютера, в отличие от других технологий.

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

Этот подход целесообразно применять в случае развертывания сети в многоквартирных домах и бизнес-центрах среднего класса. Российские операторы связи разворачивают сети FTTB пока только в крупных городах, но в перспективе использование данной технологии повсеместно.

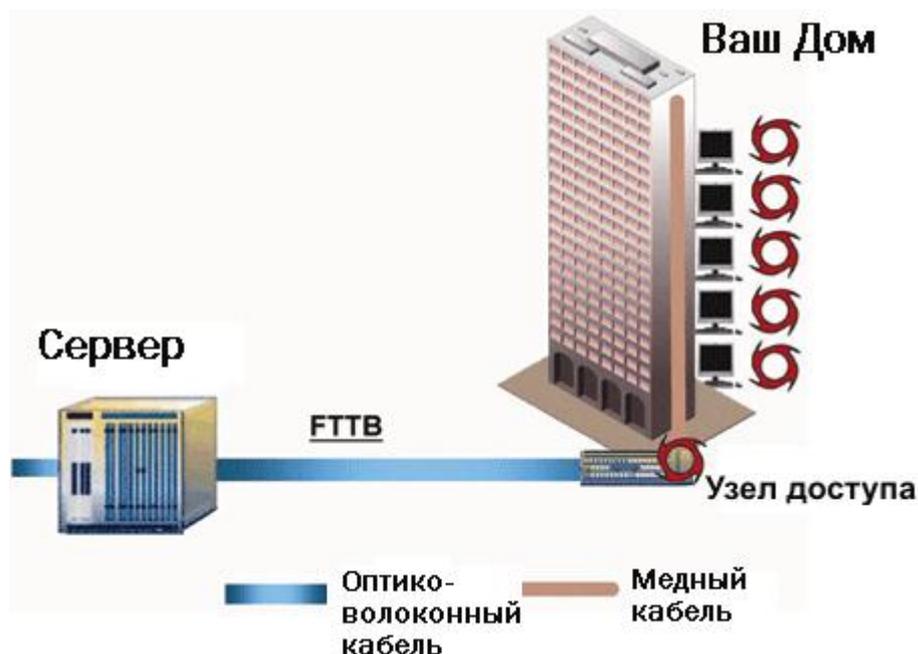


Рисунок 6.1 - Пример схема размещения оборудования в FTTB

Данный способ организации каналов связи предусматривает прокладку оптоволоконного кабеля до многоквартирного дома. Внутридомовая разводка, от оптического узла до абонента, выполняется обычным медным коаксиальным кабелем.

Практика эксплуатации цифровых сетей показывает, что количество отказов на линиях связи, проложенных с использованием медного коаксиального кабеля, значительно выше, чем на оптоволоконных каналах. Таким образом, технология FTTB резко снижает риски «падения» всей сети, поскольку на магистральных линиях применяется оптическое волокно. Внутридомовая разводка также подвергается меньшему воздействию негативных факторов (перепады температур, влажности и т.д.).

Важным преимуществом сетей FTTB является низкий уровень «шумов ингрессии», поскольку на один оптический узел приходится сравнительно небольшое количество абонентов (порядка 100-200). Технология FTTB может быть легко модернизирована до FTTH. При этом первоначальные капитальные затраты на устройство сетей FTTB существенно ниже, за счет использования меньшего количества оптических узлов. Кроме того, снижаются требования к уровню выходного ОУ, поскольку за ним устанавливается внутридомовой усилитель, от которого и идет разводка по абонентам.

6.2 Рекомендации по прокладке линий связи

В здании кабель прокладывается двумя способами: с использованием вентиляционных отверстий и вдоль стен в защитном коробе. Кабель прокладывается в пространстве между стенами через щиты электропитания находящиеся на лестничной площадке каждого этажа, в соседнем кабельном канале параллельно с кабелем электропитания не имея физического контакта с ним. От коммутаторов рабочих групп к абонентам кабель прокладывается вдоль стен, под потолком. Выбор места крепежа коробов с кабелем определяется исходя из соображений защиты кабеля от вандалов и сохранения эстетического состояния помещений.

Прокладка оптоволоконного кабеля осуществляется методом подвески на самонесущей, либо прокладкой в канализации. Ввод кабеля в здания осуществляется через крышу.

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 6.2 – Проектируемая схема прокладки кабеля в телефонной кабельной канализации

Кабельная канализация будет строиться только на территории Нова Вида, как показано на рисунке. Для прокладки кабеля до АТС используется существующая кабельная канализация.

Вывод к разделу 6:

Разработаны типовые рекомендации по размещению сетевого оборудования и прокладке кабелей.

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

Окончание таблицы 7.1

Voip Шлюз	1	62 825	62825
Сервер биллинга	1	9500	9500
Коннекторы RJ-45	31	21 854	677474
Оборудование IPTV (комплект) DVB-C + IPTV FTA головная станция на основе DMM-1000 и DX-308A на 16 QAM пакетов	1	30464	30464
Серверы FTP AAA Radius	3	53000	159 000
Антивандалные шкафы	60	3190	191 400
Оплата разработки проекта			3 000 000
Сертификат на обучение персонала	6	50 000	300 000
Итого:			10305295

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

$$K_{об} = \sum_{i=1}^N K_i, \text{ руб} \quad (7.1)$$

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

При приобретении оборудования обычно предусматриваются следующие расходы: $K_{пр}$ – Затраты на приобретение оборудования; $K_{тр}$ – транспортные расходы в т.ч. таможенные расходы (4% от $K_{пр}$); $K_{смп}$ – строительно-монтажные расходы (20% от $K_{пр}$); $K_{т/у}$ – расходы на тару и упаковку (0,5% от $K_{пр}$); $K_{зср}$ – заготовительно-складские расходы (1,2% от $K_{пр}$); $K_{ппр}$ – прочие непредвиденные расходы (3% от $K_{пр}$).

Таблица 7.2 – Смета затрат на кабельную продукцию

Наименование	Кол-во единиц	Стоимость (руб)	
		за единицу	всего
Кабель волоконно-оптический ОККМ-01- 6x4-(2,7), м	3500	47	164500
Кабель витая пара 5-ой категории, м	32400	23	745200
Итого:			909700

Общие затраты на прокладку кабеля составят:

$$K_{каб} = L * Y \quad (7.2)$$

где L – длина трассы прокладки кабеля; Y – стоимость 1 метра прокладки кабеля.

Стоимость прокладки волоконно-оптического кабеля в канализации:

$$K_{каб} = L * Y = 3500 * 50 = 175000 \text{ руб} \quad (7.3)$$

Стоимость прокладки витой пары:

$$K_{каб} = L * Y = 32400 * 20 = 648000 \text{ руб}$$

Стоимость работ по прокладке кабеля приведена в [17].

Всего стоимость прокладки кабеля: 823000 руб.

Монтаж патч-панели для внутридомовой разводки (количество панелей = числу подъездов) – 1400руб за 1 шт, итого 324x1400=453600 руб.

Таким образом, общие капитальные вложения рассчитываются как:

$$\begin{aligned}
 KB &= K_{об} + (K_{np} + K_{mp} + K_{сmp} + K_{m/y} + K_{зcp} + K_{нпр})K_{об} + K_{каб} = \\
 &= 10305295 + (0,04 + 0,2 + 0,005 + 0,012 + 0,03) * 10305295 + \text{ руб} \quad (7.4) \\
 &+ 453600 + 823000 + 909700 = 15449215
 \end{aligned}$$

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

7.2 Калькуляция эксплуатационных расходов

Эксплуатационными расходами называются текущие расходы предприятия на производство или предоставление услуг. 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 используются следующие статьи:

1. затраты на оплату труда;
2. страховые взносы;
3. амортизация основных фондов;
4. материальные затраты;
5. прочие производственные расходы.

Для расчета **годового фонда заработной платы** необходимо определить численность штата производственного персонала.

В случае, если проект предполагает создание новой сети, то необходимо спланировать количество рабочих, которое позволит своевременно и эффективно выполнять задачи по развертыванию сети и подключение новых абонентов к сети.

Если проект предполагает модернизацию существующей сети, то возможны два варианта: увеличение персонала, либо его сокращение. Определенный состав персонала представляется в проекте в виде таблицы. Сумма оклада работника зависит от региона, где он работает.

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 7.3 – Состав персонала по обслуживанию оборудования

Наименование должности	Оклад	Количество, чел.	Сумма з/п, руб.
Инженер - сетевой администратор	200 000	2	400 000
Электромонтер-монтажник	170 000	2	340 000
Кабельщик - спайщик	50 000	1	50 000
Интернет-настройщик оборудования	80 000	1	80 000
Итого:		6	870 000

Годовой фонд оплаты труда составит:

$$\text{ФОТ} = \sum_{i=1}^k (T * P_i * I_i) * 12, \text{ руб.} \quad (7.5)$$

где 12 – количество месяцев в году;

T – коэффициент премии

P_i – заработная плата работника каждой категории.

$$\text{ФОТ} = 870000 * 12 = 10440000 \text{ руб.}$$

7.3 Страховые взносы

Страховые взносы в 2016 году составляют 30 % от суммы годового заработка

$$\text{СВ} = 0.3 * \text{ФОТ} \quad (7.6)$$

$$\text{ФОТ} = 10440000 * 0,3 = 3132000 \text{ руб.}$$

7.4 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 утверждённых норм амортизационных отчислений.

Амортизационные отчисления на полное восстановление производственных фондов рассчитываются по формуле (7.7):

$$AO_{\text{год}} = \Phi_{\text{перв}} * N_a \quad (7.7)$$

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

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

$$AO = 10305295 * 0,05 = 515264,75 \text{ руб}$$

7.5 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:

1. затраты на оплату электроэнергии определяются в зависимости от мощности стационарного оборудования (7.8):

$$Z_{\text{ЭН}} = T * Z_t * P \quad (7.8)$$

где $T = 3,5$ руб./кВт . час – тариф на электроэнергию.

$P = 45$ кВт – суммарная мощность установок

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Тогда, затраты на электроэнергию составляют

$$З_{эн} = 3,5 * 8760 * 45 = 1379700 \text{ руб}$$

2. затраты на материалы и запасные части составляют 1,5% от ОПФ:

Затраты на материалы и запасные части рассчитываем по формуле (7.9)

$$З_{м} = ОПФ * L \quad (7.9)$$

где *ОПФ* - это основные производственные фонды (капитальные вложения $K_{общ}$).

L – Коэффициент затрат на материалы, 0,015.

В итоге материальные затраты составляют:

$$З_{м} = 10305295 * 0,015 = 154579,425 \text{ руб}$$

Таким образом, общие материальные затраты равны сумме затрат на электроэнергию и материальных затрат (7.10):

$$З_{общ} = З_{ЭН} + З_{М} \quad (7.10)$$

$$З_{общ} = 1379700 + 154579,425 = 1534279,42 \text{ руб}$$

7.6 Другие расходы

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

$$З_{пр} = 0.05 * ФОТ \quad (7.11)$$

$$З_{эк} = 0.05 * ФОТ \quad (7.12)$$

Прочие расходы равны:

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

$$З_{\text{прочие}} = З_{\text{пр}} + З_{\text{эх}} = 3132000 * 0,1 = 313200, \text{ руб.}$$

Результаты расчёта годовых эксплуатационных расходов сведём в таблицу 7.4.

Таблица 7.4 - Результаты расчёта годовых эксплуатационных расходов

Наименование затрат	Сумма затрат, руб.
1. ФОТ	10440000
2. Страховые взносы	3132000
3. Амортизационные отчисления	515264,75
4.Общее Материальные затраты	1534279,42
5. Прочие расходы	3132000
ИТОГО	15621544

7.7 Расчёт предполагаемой прибыли

Используя данные о видах услуг, предоставляемых мультисервисной сетью связи пользователям, и стоимости этих услуг, проведём расчёт предполагаемой прибыли (таблица 7.5 и 7.6).

Стоимость услуг представлена на основании анализа цен других операторов региона, а также цен провайдера-заказчика в соседних регионах.

Таблица 7.5 - Доходы от подключения новых абонентов

Количество абонентов в физ.лиц	Количество абонентов в юр.лиц	Количество пользователей услуги интернет+телефония, физ.лиц	Количество пользователей услуги интернет+телефония, юр.лиц	Количество пользователей услуги IP-TV, физ. лиц	Количество пользователей услуги IP-TV, юр.лиц
1080	202	1640	404	540	202

Таблица 7.6 - Доходы от абонентской платы за предоставляемые услуги

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.	Количество абонентов	Доход, годовой
IP –телефония	600	1080	7776000
Доступ к сети Интернет для Физических лиц	900	1080	11664000
IP-TV, физ. лица	500	540	3240000
IP –телефония, юр.лица	1100	202	2666400
Доступ к сети Интернет для юр. Лиц	2500	404	12120000
IP-TV, юр. лица	1000	202	2424000
Итого:			39890400

Примем во внимание тот факт, что впервые 4 года подключатся ~100 % абонентов. Подробная информация по распределению прибыли на каждый год проектного периода содержится в таблице (7.6).

Таблица 7.7 - Прогнозируемый уровень доходов

ГОД	% подключившихся	Годовой доход, руб.
1	0,4	15956160
2	0,4	15956160
3	0,1	3989040
4	0,1	3989040

7.8 Определение оценочных показателей проекта

Среди основных показателей проекта можно выделить срок окупаемости, т.е. временной период, когда реализованный проект начинает приносить прибыль превосходящую ежегодные затраты.

Для оценки срока окупаемости можно воспользоваться принципом расчета чистого денежного дохода (NPV), который показывает величину дохода на конец *i*-го периода времени. Данный метод основан на сопоставлении величины исходных инвестиций (IC) с общей суммой дисконтированных чистых денежных поступлений (PV) за весь расчетный период. Иными словами этот показатель представляет собой разность дисконтированных показателей доходов и инвестиций, рассчитывается по формуле (7.13):

$$NPV = PV - IC \quad (7.13)$$

где PV – денежный доход, рассчитываемый по формуле (7.14); IC – отток денежных средств в начале *n*-го периода, рассчитываемый по формуле (7.15).

$$PV = \sum_{n=0}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} \quad (7.14)$$

где P_n – доход, полученный в n -ом году, i – норма дисконта, T – количество лет, для которых производится расчет.

$$IC = \sum_{n=0}^m \frac{I_n}{(1+i)^n} \quad (7.15)$$

где I_n – инвестиции в n -ом году, i – норма дисконта, m – количество лет, в которых производятся выплаты.

В формулах $n=0$, т.к. 0 год это год на ввод сети в эксплуатацию. В этот год доходы отсутствуют, а присутствуют только затраты на закупку оборудования и оплату годовых расходов.

Ставка дисконта - Это ожидаемая ставка дохода на вложенный капитал в сопоставимые по уровню риска объекты инвестирования на дату оценки. В теории инвестиционного анализа предполагается, что ставка дисконтирования включает в себя минимально гарантированный уровень доходности (не зависящий от вида инвестиционных вложений), темпы инфляции и коэффициент, учитывающий степень риска и другие специфические особенности конкретного инвестирования (риск данного вида инвестирования, риск неадекватного управления инвестициями, риск неликвидности данного инвестирования).

Используемая ставка дисконта должна обязательно соответствовать выбранному виду денежного потока. Ставка дисконта может быть рассчитана различными способами, наиболее простым является кумулятивный, при котором в качестве нее выбирается средняя ставка по долгосрочным валютным депозитам пяти крупнейших банков. Она составляет приблизительно 15 % и формируется в основном под воздействием внутренних рыночных факторов.

Параметр P показывает доход, полученный за текущий год. Не стоит забывать, что в таблице 7 приведены доходы от конкретного количества

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

абонентов, которые были подключены за год, т.е. без учета уже имеющих абонентов.

$$P_i = P_{подкл(i)} + P_{аб(i)} + \sum_{i=2}^T P_{подкл(i-1)} - P_{аб(i-1)} \quad (7.16)$$

где $P_{подкл(i-1)}$, $P_{аб(i-1)}$ - доходы от подключения абонентов и доход от абонентской платы за год; T – расчетный период.

Таблица 7.8 - Оценка экономических показателей проекта с учетом дисконта

Год	P	PV	I	IC	NPV
0	0	0	46692303	46692303	-46692303
1	15956160	13874922	15621544	60276254	-46401332
2	31912320	38005220	15621544	72088386	-34083165
3	35901360	61610947	15621544	82359804	-20748857
4	39890400	84418413	15621544	91291473	-6873060
5	39890400	104250992	15621544	99058141	5192851
6	39890400	121496713	15621544	105811766	15684947
7	39890400	136492992	15621544	111684483	24808509

Как видно из приведенных в таблице (7.8) рассчитанных значений, проект окупиться на 5 году эксплуатации, так как в конце 5 года мы имеем положительный NPV.

Срок окупаемости (PP) – показатель, наиболее часто принимаемый в аналитике, под которым понимается период времени от момента начала реализации проекта до того момента эксплуатации объекта, в который доходы от эксплуатации становятся равными первоначальным инвестициям и может приниматься как с учетом фактора времени, так и без его участия.

Показатель срока окупаемости без учета фактора времени применяется в том случае, когда равные суммы доходов, полученные в разное время,

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
						79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

рассматриваются равноценно. Срок окупаемости с учетом фактора времени – показатель, характеризующий продолжительность периода, в течение которого сумма чистых доходов дисконтированных на момент завершения инвестиций, равных сумме инвестиций.

Точный срок окупаемости можно рассчитать по формуле:

$$PP = T + \frac{|NPV_{n-1}|}{(|NPV_{n-1}| + NPV_n)} \quad (7.17)$$

где T - Значение периода, когда чистый денежный доход меняет знак с «-» на «+»; NPV_n – положительный чистый денежный доход в n году; NPV_{n-1} – отрицательный чистый денежный доход по модулю в n-1 году.

$$PP = 5 + 6873060 / (5192851 + 6873060) = 5,43 \text{ лет}$$

Индекс рентабельности представляет собой относительный показатель, характеризующий отношение приведенных доходов приведенным на ту же дату инвестиционным расходам и рассчитывается по формуле:

$$PI = \frac{\sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n}}{\sum_{n=1}^m \frac{I_n}{(1+i)^{n-1}}} \quad (7.18)$$

$$PI = 121496713 / 105811766 = 1,15$$

Если $PI > 1$, то проект следует принимать; если $PI < 1$, то проект следует отвергнуть; если $PI = 1$, то проект ни прибыльный, ни убыточный.

Индекс PI следует рассчитывать для момента, когда проект окупается, либо на длительность временного периода расчета (общее количество лет). Если необходимо вычислить рентабельность в %, то необходимо из PI вычесть 1.

Внутренняя норма доходности (IRR) – норма прибыли, порожденная инвестицией. Это та норма прибыли, при которой чистая текущая стоимость инвестиции равна нулю, или это та ставка дисконта, при которой дисконтированные доходы от проекта равны инвестиционным затратам. Внутренняя норма доходности определяет максимально приемлемую ставку

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

дисконта, при которой можно инвестировать средства без каких-либо потерь для собственника.

Экономический смысл показателя IRR заключается в том, что предприятие может принимать любые решения инвестиционного характера, уровень рентабельности которых не ниже цены капитала. Чем выше IRR, тем больше возможностей у предприятия в выборе источника финансирования. Иными словами, что он показывает ожидаемую норму доходности (рентабельность инвестиций) или максимально допустимый уровень инвестиционных затрат в оцениваемый проект. IRR должен быть выше средневзвешенной цены инвестиционных ресурсов:

$$IRR > i \quad (7.19)$$

где i – ставка дисконтирования

Расчет показателя IRR осуществляется путем последовательных итераций. В этом случае выбираются такие значения нормы дисконта i_1 и i_2 , чтобы в их интервале функция NPV меняла свое значение с «+» на «-», или наоборот. Далее по формуле делается расчет внутренней нормы доходности:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1) \quad (7.20)$$

где i_1 – значение табулированного коэффициента дисконтирования, при котором $NPV > 0$; i_2 – значение табулированного коэффициента дисконтирования, при котором $NPV < 0$.

Для описанного выше примера будем иметь:

$i_1 = 15$, при котором $NPV_1 = 5192851$ руб.; $i_2 = 20$ при котором $NPV_2 = -1907573$ руб.

Следовательно, расчет внутренней нормы доходности будет иметь вид:

$$IRR = 15 + 5192851 / (5192851 + 1907573) * (20 - 15) = 18,66$$

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

Таким образом, внутренняя норма доходности проекта составляет 18,66%, что больше цены капитала, которая рассматривается в качестве 15%, таким образом, проект следует принять. В случае если, $IRR < I$ проект нецелесообразен для реализации.

Выводы по разделу

Проведенная оценка экономических показателей позволяет говорить о целесообразности инвестирования в проект. Срок окупаемости приемлемый, однако, он может быть изменен при условии другого уровня проникновения услуг. Для получения дополнительной прибыли провайдер может ввести более выгодную тарифную политику, что приведет к повышению прибыли.

Таблица 7.9 - Основные технико-экономические показатели проекта

Показатели	Численные значения
Количество абонентов, чел	1080 физ.лиц / 202 юр.лиц
Капитальные затраты, руб	15449214,67
Ежегодные эксплуатационные расходы, руб, в том числе:	15621544
ФОТ	10440000
Страховые взносы	3132000
Амортизационные отчисления	515264,75
Материальные затраты	1534279,42
Прочие расходы	3132000
Внутренняя норма доходности (IRR)	18,66
Индекс рентабельности (PI)	15%
Срок окупаемости, год	5,43

Полученные технико-экономические показатели непротиворечивы, проект рентабельный, то есть через 6 лет начнет приносить прибыль.

8 МЕРЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ОХРАНЕ ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

8.1 Техника безопасности предприятия связи и охрана труда

Правила по охране труда при работах на линейных сооружениях кабельных линий передачи являются отраслевым нормативным правовым документом, соответствующим требованиям Федерального закона от 17 июля 1999 г. N 181-ФЗ "Об основах охраны труда в Российской Федерации" (Собрание законодательства Российской Федерации, 1999, N 29, ст. 3702) и распространяющимся на организации, обслуживающие линейные сооружения кабельных линий передачи, имеющие лицензию для осуществления деятельности в области связи и определяют требования по охране труда при работах на линейных сооружениях кабельных линий передачи.

Работы на линейных сооружениях кабельных линий передачи должны осуществляться в соответствии с требованиями настоящих правил устройства электроустановок, правил технической эксплуатации электроустановок потребителей, утвержденных Приказом Минэнерго России от 13.01.2003 N 6, зарегистрированным Минюстом России 22.01.2003, регистрационный N 4145, Правил устройств и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов, утвержденных Постановлением Госгортехнадзора России от 31.12.1999 N 98 (в государственной регистрации не нуждаются - письмо Минюста России от 17.08.2000 N 6884-ЭР), СНиП 12-03-2001 "Безопасность труда в строительстве", утвержденных Постановлением Госстроя России от 23.07.2001 N 80, зарегистрированным Минюстом России 09.08.2001, регистрационный N 2862, а также в соответствии с нормативными актами Госэнергонадзора, Госсанэпиднадзора, Госгортехнадзора, Госсвязьнадзора и других органов надзора России.

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

Охрана труда является первоосновой работы любого предприятия и организации. Право на безопасный труд гарантировано государством и находится на постоянном контроле. Когда речь заходит о предприятиях связи, у профессионала сразу возникают мысли о факторах риска, связанных с работой в данной отрасли. Она считается одной из наиболее опасных. Потому охрана труда на предприятиях связи является неотъемлемой частью рабочего процесса.

Министерство связи РФ жестко регламентирует деятельность организаций в данной отрасли. Ими должны неукоснительно выполняться правила при работах на кабельных линиях связи и радиофикации. Охрана труда на предприятиях связи имеет свои особенности, связанные со спецификой деятельности. Они касаются, в первую очередь, вредных и опасных производственных факторов, которые могут сопровождать технологический процесс (погодные условия, высота, освещение).

В технических помещениях запрещается хранение или временное нахождение легковоспламеняющихся жидкостей или горючих материалов. Проходы и запасные выходы в производственных помещениях не должны быть загромождены. Противопожарный инвентарь размещается в легкодоступных местах. Доступы к ним должны быть всегда свободными.

8.2 Техника безопасности при прокладке кабеля

Для проведения работ по прокладке кабеля распоряжением руководителя организации должен быть назначен старший. При прокладке кабеля на особо ответственных участках обязательно присутствие ответственного руководителя работ (прораба, инженера, бригадира и т.п.).

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
						84
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При прокладке кабеля ручным способом на каждого работника должен приходиться участок кабеля массой не более 30 кг. При подножке кабеля к траншее на плечах или в руках все работники должны находиться по одну сторону от кабеля. Работать следует в брезентовых рукавицах.

Структурированные кабельные системы являются очень важными и необходимыми элементами для правильной организации рабочего процесса.

Требования противопожарной безопасности должны обязательно учитываться при проектировании СКС и монтаже структурированной кабельной системы. Она служит связующим звеном, которое соединяет все помещения здания. Поэтому очень велика опасность распространения пожара по жгутам и проложенным кабелям. Российский стандарт ГОСТ Р 53315 – 2009, описывающий стандарты противопожарной безопасности для кабельных систем, был принят в 2009 году.

ГОСТ Р 53315 – 2009 описывает кабели с точки зрения маркировки, сферы применения и соответствия определенным требованиям. Класс пожарной безопасности кабелей, применяемых при монтаже структурированной кабельной системы, описывается буквенно-цифровыми обозначениями. Различают классы пожарной опасности:

Таблица 8.1 - Классы пожарной опасности

№	Наименование показателя	Обозначение	Международный стандарт для оценки показателя
1	Нераспространение горения	нг – flame retardant	IEC 60332-1(3)

Окончание таблицы 8.1

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
						85
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2	Дымогазовыделение при горении	LS – low smoke	IEC 61034-1(2)
3	Выделение галогенных кислот	HF – halogen free	IEC 60754-1
4	Коррозионная активность	HF – halogen free	IEC 60754-2
5	Огнестойкость	FR – fire resistant	IEC 60331

Опасность при прокладке структурированной кабельной системы заключается в возможности распространения огня вдоль пучков кабелей, а также в выделении токсичных продуктов горения. Структурированная кабельная система обычно состоит из множества кабельных пучков, а общий вес кабелей может составлять несколько сотен килограммов.

При монтаже структурированной кабельной системы запрещено прокладывать в одном лотке или же кабельном канале слаботочные и силовые кабели без разделения перегородкой. Для кабельных лотков и перегородок обязательно должен использоваться несгораемый материал.

От выполнения противопожарных стандартов при монтаже структурированных кабельных систем зависит здоровье и безопасность всех людей, находящихся в здании.

8.3 Обеспечение мер по охране окружающей среды

С каждым годом экологическое состояние в нашей стране становится все хуже. Именно поэтому государством предпринимаются все возможные меры для решения данной проблемы. Одной из самых эффективных мер на сегодняшний день принято считать такой вид деятельности, как охрана окружающей среды.

Охрана окружающей среды является по-настоящему важным и значимым процессом. Именно поэтому этим вопросам уделяют достаточно

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
						86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

много времени и внимания. Охраной окружающей среды называется комплекс мер, направленных на предупреждение отрицательного влияния человеческой деятельности на природу, обеспечение благоприятных и безопасных условий жизнедеятельности человека.

В условиях научно-технического прогресса важнейшей задачей человечества является охрана важнейших элементов окружающей среды (воздух, вода, почва), которые из-за вредных промышленных выбросов и отходов подвергаются сильнейшему загрязнению. Результатом чего является закисление почвы и воды, изменение климата и разрушение озонового слоя. В последние годы, в связи с необратимыми процессами и изменениями окружающей среды, вопросы охраны среды выросли в общемировую проблему. Поэтому разработка долгосрочной экологической политики по созданию благоприятных условий (пдв) стала необходима.

При окончании работ по прокладке кабеля обязательно проводится рекультивация земель, т.е. восстановление плодородного слоя земли, нарушенного при выполнении земляных работ. Для этого при рытье траншей в зоне пахотных земель плодородный слой снимается, транспортируется и складывается до окончания земляных работ, после чего он снова наносится на нарушенные площади почвы. Места отвала плодородного слоя почвы не должны быть подвержены затоплению водой и загрязнению мусором. Снятие, транспортировка и нанесение плодородного слоя почвы должны осуществляться до наступления устойчивых отрицательных температур. Снятие и перемещение плодородного слоя почвы производится специальной техникой, а при их отсутствии - вручную. Рекультивация земель выполняется в строгом соответствии с проектом, если это предусмотрено.

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения ВКР были разработаны рекомендации по построению мультисервисной сети связи для микрорайона Нова Вида.

ВКР включает в себя описание инфраструктуры микрорайона, подсчет количества абонентов и описание перечня услуг, которые будут доступны жителям после внедрения мультисервисной сети: IP-телефония, IPTV, доступ к сети Интернет.

В ВКР предложена схема мультисервисной сети, составлена ситуационная схема трассы прокладки кабеля.

Для реализации МСС выбрана технология FTTB, в сети предусмотрено резервирование каналов на уровне агрегации, оборудование которого соединено по топологии кольцо. В качестве оборудования выбраны устройства компании Cisco.

Был проведен экономический анализ проекта, который состоял из разработки сметы затрат на проект, расчет уровня годовых затрат на поддержание работоспособности и расчет основных показателей.

В результате было установлено, что проект будет окупаться через 6 лет после реализации, рентабельность 15 %.

Все поставленные задачи в ВКР выполнены.

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

9. Кабель оптический ОККМ-01- * ЕЗ-(2,7): характеристики и цена [Электронный ресурс]// URL: <http://lanset.ru/okkm-10a-01-020-410/> (дата обращения 19.05.2017г)

10 Монтаж кабелей связи [Электронный ресурс]/ Режим доступа: URL <http://www.zlines.ru/price/> (дата обращения 24.05.2017г)

11 Серия коммутаторов WS-2960 [Электронный ресурс]/ URL:<http://www.cisco.ru/catalog/metro/204/info.htm>- сайт компании CISCO // (дата обращения 29.05.2017г)

12 Цены на оборудование CISCO [Электронный ресурс]/ URL:<http://www.rus-telcom.ru/catalog/Ethernet/Ethernet-com-2/qsw-2910/price.html> (дата обращения 05.06.2017г)

13 Цены на оборудование CISCO [Электронный ресурс]/ URL:http://www.rus-telcom.ru/catalog/Ethernet/Ethernet-com-3/cisco_ws-3960-24TL.html дата обращения 05.06.2017г)

14 Волоконно-оптические сети Убайдуллаев Р.Р М.: Эко-Трендз, 2001 - 268 с.. (дата обращения 10.06.2017г)

15 Высококачественная сварка оптических волокон: методы и оборудование. Туркин А.Н., Щербаткин Д.Д. LIGHTWAVE russian edition №1 2004. Высококачественная сварка оптических волокон: методы и оборудование. [Электронный ресурс]/ URL www.physics.vir.ru(дата обращения 11.06.2017г)

16 Туркин А.Н., Щербаткин Д.Д. LIGHTWAVE russian edition №1 2008. ufn.ru/ru/articles/ около 250 с (дата обращения 13.06.2017г)

17 А.В. Болдышев Методические рекомендации по выполнению технико-экономического обоснования ВКР [Электронный ресурс]/URL http://www.eltech.ru/assets/files/university/Svedeniya/Documents/B5_Ekonomicheskie-obosnovanie-VKR.pdf (дата обращения 14.06.2017г)

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

18 Гургенидзе А.Т., Кореш В.И. Мультисервисные сети и услуги широкополосного доступа. Наука и техника, 2013. – 400с. [Электронный ресурс]/ URL <https://www.books.ru/books/multiservisnye-seti-i-uslugi-shirokopolosnogo-dostupa-122732/> (дата обращения 15.06.2017г)

19 Величко В.В. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2014. – 592с. [Электронный ресурс]/ URL http://www.techbook.ru/book.php?id_book=259 (дата обращения 16.06.2017г)

20 Крухмалев В.В., Гордиенко В.Н, Моченов А.Д. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей: Учебник для вузов, 2-е изд., испр. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012.- 424 с. [Электронный ресурс]/ URL <https://www.ozon.ru/context/detail/id/4019746/> (дата обращения 18.06.2017г)

21 Крук Б.И., Попантонопуло В.К., Шувалов В.П. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие для вузов. - М.: Горячая линия-Телеком, 2013.- 648с. (дата обращения 19.06.2017г)

22 Катунин Г.П. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие для вузов. - М.: Горячая линия-Телеком, 2014.- 672с. [Электронный ресурс]/ URL <https://sibsutis.ru/company/personal/user/8059/> (дата обращения 20.06.2017г)

23 Основы инфокоммуникационных технологий Учебное пособие для вузов Величко В.В., Катунин Г.П., Шувалов В.П. [Электронный ресурс] URL http://www.techbook.ru/book.php?id_book=104 (дата обращения 21.06.2017г)

24 Географическое положение Района Нова Вида [Электронный ресурс] : URL: [https://pt.wikipedia.org/wiki/luanda_\(munic%C3%ADpio\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/luanda_(munic%C3%ADpio)) (дата обращения 22.06.2017г)

					11070006.11.03.02.677.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91