

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

**ПОСТРОЕНИЕ ШИРОКОПОЛОСНОЙ СЕТИ АБОНЕНТСКОГО  
ДОСТУПА ДЛЯ МИКРОРАЙОНА ОКТЯБРЬСКИЙ ГОРОДА КАМЕНСК-  
УРАЛЬСКИЙ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ ETHERNET**

Выпускная квалификационная работа  
обучающегося по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные  
технологии и системы связи  
заочной формы обучения, группы 07001352  
Кудина Евгения Александровича

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

Рецензент  
Ведущий инженер электросвязи  
участка систем коммутации №1 г.  
Белгорода Белгородского филиала  
ПАО «ПАО»  
Уманец Сергей Вячеславович

**БЕЛГОРОД 2018**

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 *11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи*  
Профиль *Сети связи и системы коммутаций*

Утверждаю

Зав. кафедрой

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_ г.

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

\_\_\_\_\_ Кудина Евгения Александровича \_\_\_\_\_

1. Тема ВКР: «Построение сети абонентского доступа для микрорайона Октябрьский города Каменск-Уральский на базе технологии Ethernet»

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

2. Срок сдачи студентом законченной работы \_\_\_\_\_

3. Исходные данные к работе:

- 3.1 Объект проектирования – микрорайон Октябрьский города Каменск-Уральский;
- 3.2 Количество абонентов проектируемой системы связи - 4320;
- 3.3 Предоставляемые услуги проектируемой системы связи – IP телефония, IPTV, доступ в Интернет, видеоконференцсвязь, VoD.
- 3.4 Технология построения сети: FTТх.

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

- 4.1 Анализ существующей инфраструктуры микрорайона Октябрьский города Каменск-Уральский;
- 4.2 Выбор варианта реализации сети связи;
- 4.3 Расчет трафика, генерируемого абонентами проектируемой сети;
- 4.4 Выбор оборудования;
- 4.5 Проектирование линейно-кабельных сооружений;
- 4.6 Расчет объема оборудования и линейно-кабельных сооружений;
- 4.7 Техничко-экономическое обоснование проекта;
- 4.8 Охрана труда и техническая безопасность проекта.

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)
- 5.1 Схема микрорайона Октябрьский города Каменск-Уральский (А1, лист1);
  - 5.2 Схема организации связи проектируемой сети (А1, лист1);
  - 5.3 Ситуационная схема трассы прокладки кабеля (А1, лист1);
  - 5.4 Схема размещения оборудования в аппаратном зале АТС (А1, лист1);
  - 5.5 Технико-экономические показатели проекта (А1, лист1).

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

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал	Задание принял
4.1. – 4.6, 4.8	<i>кандидат технических наук, доцент. каф. ИТСиТ Старовойт И.А.</i>		
4.7	<i>кандидат технических наук, доцент каф. ИТСиТ Болдышев А.В.</i>		

7. Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

**Руководитель**

*Канд. техн. наук, доцент кафедры Информационно-телекоммуникационных систем и технологий» НИУ «БелГУ» \_\_\_\_\_ И.А. Старовойт*

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_ *Е.А. Кудин*

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СЕТИ СВЯЗИ МИКРОРАЙОНА ОКТЯБРЬСКИЙ Г. КАМЕНСК-УРАЛЬСКИЙ	
1.1 Экспликация объекта проектирования .....	6
1.3 Оценка существующей сетевой инфраструктуры .....	10
2 ВЫБОР ВАРИАНТА РЕАЛИЗАЦИИ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ	
2.1 Описание архитектуры стандарта Metro Ethernet.....	15
2.2 Выбор технологии реализации сети связи .....	25
3 РАСЧЕТ ТРАФИКА ГЕНЕРИРУЕМОГО АБОНЕНТАМИ	
3.1 Распределение абонентов по категориям .....	28
3.2 Оценка трафика телефонии.....	30
3.3 Оценка трафика видео потоков .....	31
3.4 Оценка трафика передачи данных.....	34
4 ВЫБОР ТИПА ЛИНИИ СВЯЗИ	
4.1 Уровень ядра сети .....	37
4.2 Уровень агрегации и доступа .....	37
5 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ	
5.1 Коммутатор ядра сети.....	40
5.2 Коммутатор уровня агрегации.....	42
5.3 Коммутатор уровня доступа .....	44
6 ВЫБОР КАБЕЛЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРУЕМОЙ СЕТИ СВЯЗИ.....	
7 РАСЧЕТ ОБЪЕМА ОБОРУДОВАНИЯ И ЛИНЕЙНО-КАБЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	
	52
8 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ СЕТИ .....	
	53

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		<i>Кудин Е.А.</i>			Построение широкополосной сети абонентского доступа для микрорайона Октябрьский города Каменск-Уральский на базе технологии Ethernet	Лит.	Лист	Листов
Провер.		<i>Старовойт ИА</i>					2	90
Рецензент		<i>Уманец С.В.</i>				<i>НИУ БелГУ гр. 07001352</i>		
Норм. контр		<i>Старовойт ИА.</i>						
Утвердил		<i>Жуляков Е.Г.</i>						

## 9 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

9.1 Оценка капитальных вложений в проект .....	57
9.2 Калькуляция эксплуатационных расходов .....	60
9.3 Определение тарифных доходов .....	63
9.4 Определение оценочных показателей проекта .....	69

## 10 ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА

10.1 Общие требования .....	74
10.2 Требования безопасности при выполнении работ по техническому обслуживанию в процессе эксплуатации ВОЛП .....	75
10.3 Стадии контроля выполнения требований безопасности .....	77
10.4 Прокладка оптического кабеля.....	81
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	87
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ .....	88

									Лист
									3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>11070006.11.03.02.114.ПЗВКР</i>				

## ВВЕДЕНИЕ

На данный момент в городе Каменск-Уральский идет активное строительство и ввод в эксплуатацию нескольких новых микрорайонов, одним из которых является микрорайон Октябрьский. Комфортное проживание людей и эффективная работа предприятий сферы обслуживания на территории современных жилых комплексов не мыслима без качественной высокоскоростной и надежной связи. Однако на территории данного микрорайона связь обеспечивается в основном сотовыми операторами с применением беспроводной технологии третьего поколения WCDMA и LTE. Данная технология способна обеспечить скорость передачи данных всего 8 Мбит/с на соту, что не позволяет в полной мере удовлетворить услугами связи всех жителей данного микрорайона. В связи с этим является актуальной задача построения широкополосной сети абонентского доступа на территории микрорайона Октябрьский способной обеспечить весь спектр современных мультисервисных услуг связи жителей данного микрорайона.

Для выполнения поставленной в выпускной квалификационной работе цели необходимо выполнить следующие задачи:

В соответствии с целью необходимо решить следующие задачи:

- Анализ существующей сети связи;
- Выбор варианта реализации мультисервисной сети связи микрорайона Октябрьский г. Каменск-Уральский;
- Расчет трафика, генерируемого абонентами сети;
- Выбор оборудования;
- Выбор кабеля для реализации мультисервисной сети связи;
- Расчет объема оборудования и линейно-кабельных сооружений;
- Рекомендации по строительству сети;
- Технико-экономическое обоснование проекта;

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			4

- Охрана труда, техническая безопасность и экологическая безопасность проекта.

Данная выпускная квалификационная работа состоит из 10 разделов, посвященных решению поставленных задач. Имеет приложения, в которых в виде графических схем изображены, существующая схема организации связи в микрорайоне Октябрьский города Каменск-Уральский, схема существующей кабельной канализации в микрорайоне, проектируемая схема организации сети связи в микрорайоне Октябрьский, ситуационная схема трассы прокладки кабеля.

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			5

# 1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СЕТИ СВЯЗИ МИКРОРАЙОНА ОКТЯБРЬСКИЙ Г. КАМЕНСК- УРАЛЬСКИЙ

## 1.1 Экспликация объекта проектирования

Город в Свердловской области, центр Южного управленческого округа, административный центр муниципальных образований, расположен в равнинной части восточного склона Среднего Урала на границе с Сибирью у слияния рек Каменки и Исети, в 96 километрах к юго-востоку от Екатеринбурга. Река Исеть делит город на два административных района: Синарский и Красногорский.

Протяженность города с севера на юг приблизительно равна 27 км, с запада на восток 15 км. В настоящее время площадь Каменска-Уральского составляет порядка 142 км<sup>2</sup>. Каменск-Уральский находится на высоте 167 м над уровнем моря. Местность представляет собой слабо рассечённую равнину. В черте города находятся Волковское водохранилище, озеро Мазуля, карьеры на поселке Силикатном[12].

Непосредственно через город Каменск-Уральский проходит граница Урала и Сибири, при этом большая часть Синарского района оказывается в Сибири, а Красногорский район, Старый Каменск и Ленинский район находятся на Урале

Крупный промышленный и культурный центр Среднего Урала [5]. Третий по численности населения и экономическому потенциалу город Свердловской области. Входит в десятку самых крупных железнодорожных транспортных узлов страны[6]. Здесь пересекаются автодороги Серов-Челябинск и Екатеринбург-Курган, есть выход на автомагистраль Екатеринбург-Тюмень[6].

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			6



Город находится на пересечении железнодорожных линий Екатеринбург — Курган и Челябинск — Алапаевск — Серов. В городе расположена узловая железнодорожная станция Каменск-Уральский. Электропоезда могут доставить пассажиров в Екатеринбург, Курган, Челябинск, Богданович, Камышлов, Сухой Лог, Шадринск. Пассажирские поезда связывают Каменск-Уральский с крупнейшими городами Урала, Сибири, Центра и Юга России[85]. В городе также находится железнодорожная станция УАЗ на линии Каменск-Уральский — Чурилово (Челябинск).

Рядом с железнодорожной станцией расположен автовокзал. Налажено междугороднее и пригородное автобусное сообщение.

Недалеко от города расположен Травянский военный аэродром, названный по наименованию близлежащего села. Ближайший к городу международный аэропорт Кольцово находится в 90 км в сторону Екатеринбурга.

В городе развит общественный транспорт. Перевозку пассажиров осуществляют два пассажироперевозчика на автобусах. До 2015 года существовало троллейбусное сообщение.

Население — 175 000 человек по данным на 2017 год.

Климат территории умеренно континентальный. Зимой преимущественно сказывается влияние сибирского антициклона, обуславливающего устойчивую морозную погоду. Наблюдаются частые вторжения холодных воздушных масс с севера и тёплых с юга, с которыми связаны изменения погоды. Летом холодную погоду нередко приносят воздушные массы с Баренцева и Карского морей[14].

Многолетняя среднегодовая температура +2,4 °С, средняя температура самого жаркого месяца (июля) 19,3 °С и самого холодного месяца (января) –13,5 °С. Преобладающие ветры северо-западные, западные и юго-западные[14][15].

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			7

Район относится к зоне достаточного увлажнения, среднегодовое количество осадков составляет 467 мм. Большая часть осадков выпадает в тёплый период года (350 мм).

Исходя из климатических условий можно сделать вывод, о том что, к оборудованию связи и линейно-кабельным сооружениям не предъявляются дополнительные требования по устойчивости к воздействиям окружающей среды.

Экономика города основана на предприятиях цветной и чёрной металлургии (доли в общем объёме производства соответственно 69,0 % и 17,5 % [82]). Частично их продукция является сырьём для предприятий машиностроения и металлообработки (3,7 % экономики города [82]). Кроме того, представлены отрасли: электроэнергетики (3,5 %), пищевая (3,2 %), строительных материалов (0,7 %), лёгкая промышленность (0,2 %).

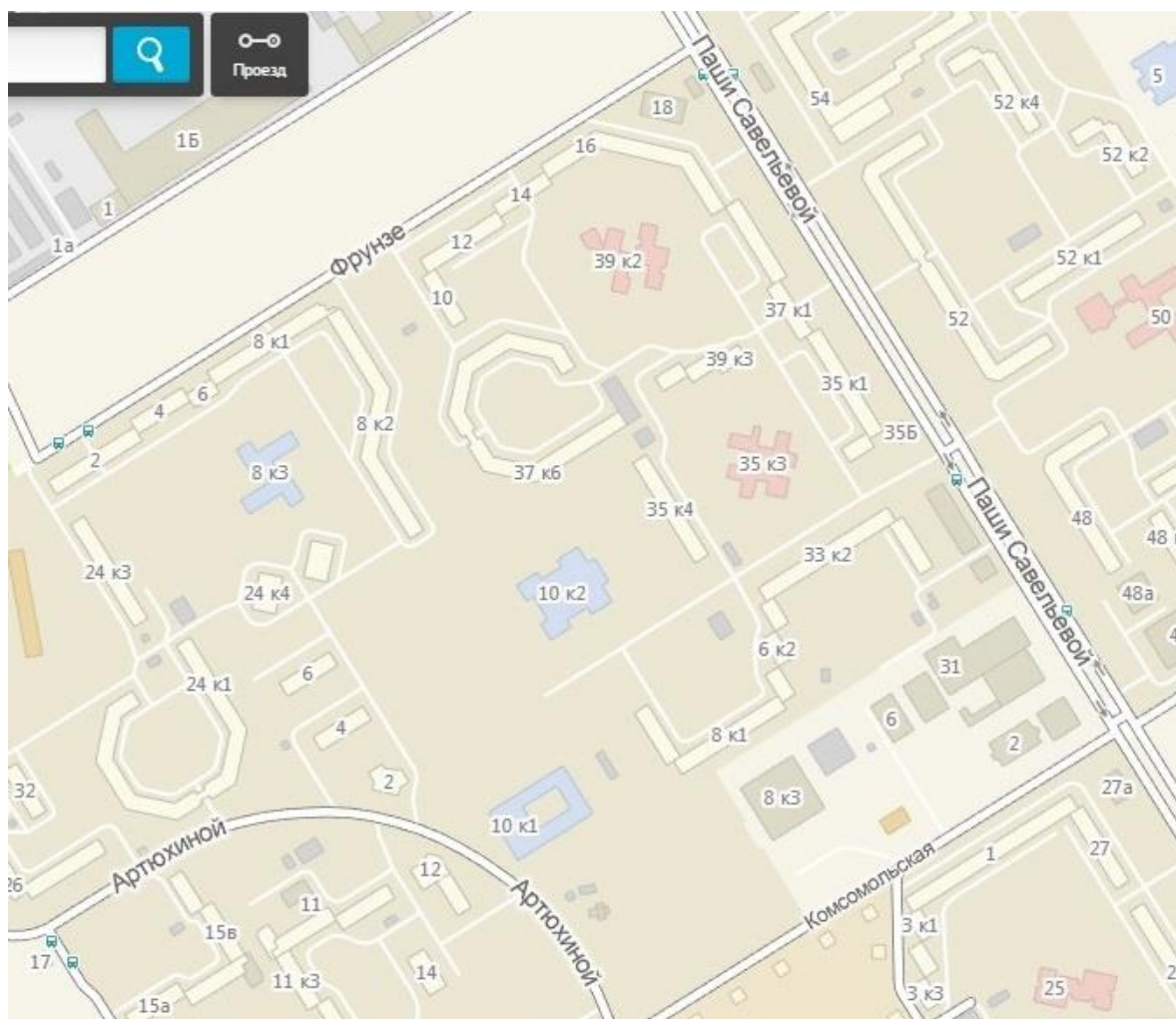
Каменск-Уральский делает заметный вклад в экономику всей Свердловской области, в частности обеспечивает 12,9 % областного объёма продукции цветной металлургии [82].

По данным администрации города, площадь городских земель составляет 144 002 км<sup>2</sup>.

В городе Каменск-Уральский идет строительство новых жилых микрорайонов многоэтажной застройки с высоким уровнем обустройства и комфорта проживания. Одним из таких микрорайонов является Октябрьский расположенный близи центра города и окруженный улицами Паши Савельевой, Фрунзе, Артюхиной и Комсомольской.

На данный момент на территории микрорайона построено 30 многоэтажных жилых дома. Всего предполагается, что на территории микрорайона будет проживать более 15 000 человек. План микрорайона представлен на рисунке 1.1.

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			8



**Рисунок 1.1 – План микрорайона Октябрьский**

Генеральным планом застройщика предусмотрено строительство двух детских садов-яслей, трех школ, одна из которых спортивная, торгово-офисного и торгового центров и автопаркинга.

Как видно данный микрорайон достаточно перспективный и динамично развивающийся, что диктует необходимость современных и надежных инфокоммуникационных услуг жителям данного микрорайона. Для выработки рациональных предложений по реализации в данном микрорайоне каких-либо сетевых решений, оценки конкурентоспособности услуг, которые будут предоставляться через проектируемую мультисервисную сеть, рассмотрим существующую сетевую инфраструктуру данного микрорайона.

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			9

## 1.2 Оценка существующей сетевой инфраструктуры

В последние годы получили сильное развитие услуги предоставления доступа к сети Интернет. Каждая фирма-оператор представляет услуги доступа в Интернет, полный перечень провайдеров действующих на территории г. Каменск-Уральский представлен ниже:

Услуги мобильной связи предоставляются 7 операторами связи:

- ПАО «Мобильные ТелеСистемы» (МТС)
- ПАО «ВымпелКом» (Билайн)
- Уральский филиал ПАО «МегаФон» (МегаФон)
- ООО «Екатеринбург-2000» (Мотив)
- ООО «Т2 Мобайл» (Tele2)
- Utel
- Yota

Данные операторы мобильной связи предоставляют услуги мобильной связи третьего и четвертого поколения.

В городе работает 5 крупных интернет-провайдера, которые предоставляют различные интернет-технологии. Крупнейшими интернет-провайдерами города являются «КаменскТелеком», «Ростелеком U-tel» (до объединения — «УралСвязьИнформ»), ООО «Конвекс-Каменск» («Convex»), ООО «Инсис», Информсвязь, с сентября 2013 года в Красногорском районе начала работу компания «Планета», став первой компанией в городе, предоставляющей услуги по протоколу IPv6.

Далее, в таблице 1.2, приведем некоторые усреднённые официальные данные по тарифам.

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			10

**Таблица 1.2 – Усредненная информация по тарифам г. Каменск-Уральский**

	Для физических лиц	Для юридических лиц
Телефония: - Проводной телефон	400 рублей	2000 рублей
Интернет: - ADSL	600 рублей	8000 рублей
- Ethernet	700 рублей	7000 рублей
Локальная сеть	300 рублей	2000 рублей

Как видно в городе присутствует достаточно большое количество сторонних провайдеров, что свидетельствует о перспективности и развитии данной отрасли.

Микрорайон Октябрьский является сравнительно новым микрорайоном строительство которого еще не завершилось до конца, но многие дома и корпуса уже сданы в эксплуатацию и заселены жителями. В связи с этим не все провайдеры реализовали свои сети в данном микрорайоне и на данный момент наибольшее присутствие имеет оператор Ростелеком, который на данный момент предоставляет следующие услуги:

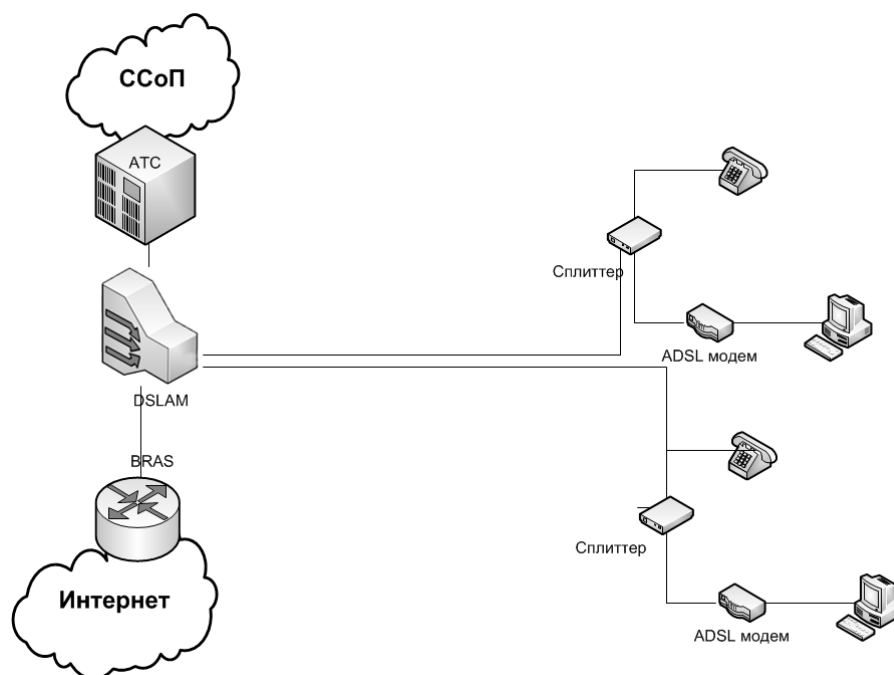
Стационарная аналоговая телефония;

Доступ в Интернет по технологии ADSL и FTTB.

Стратегическими направлениями развития компании является совершенствование и продвижение услуг на базе мультисервисных сетей связи, формирование пакетов услуг и тарифов, дифференцированных для различных категорий пользователей, развитие межрегиональных и транспортных сетей связи.

Для части абонентов, около 2/5 от общего числа желающих получить услугу, (в виду жесткой зависимости возможности предоставления услуги от качества абонентской линии) абонентов реализована технология ADSL

(рисунок 1.2), однако скорость передачи данных и возможность подключения ограничена расстоянием и качеством существующих абонентских линий.



**Рисунок 1.2 - Существующая схема организации широкополосного доступа**

Анализ состояния существующей сети связи показал, что существует неудовлетворенный спрос на услуги связи как в старых, так и во вновь построенных жилых корпусах. Кроме того, возникла потребность абонентов в современных интерактивных широкополосных услугах доступа, таких как IP TV, высокоскоростной доступ к сети Интернет, а также услугах современной IP телефонии, что приводит к необходимости модернизации сети абонентского доступа.

Необходимо отметить, что на территории микрорайона застройщиком проложена кабельная канализация (см. рисунок 1.3).

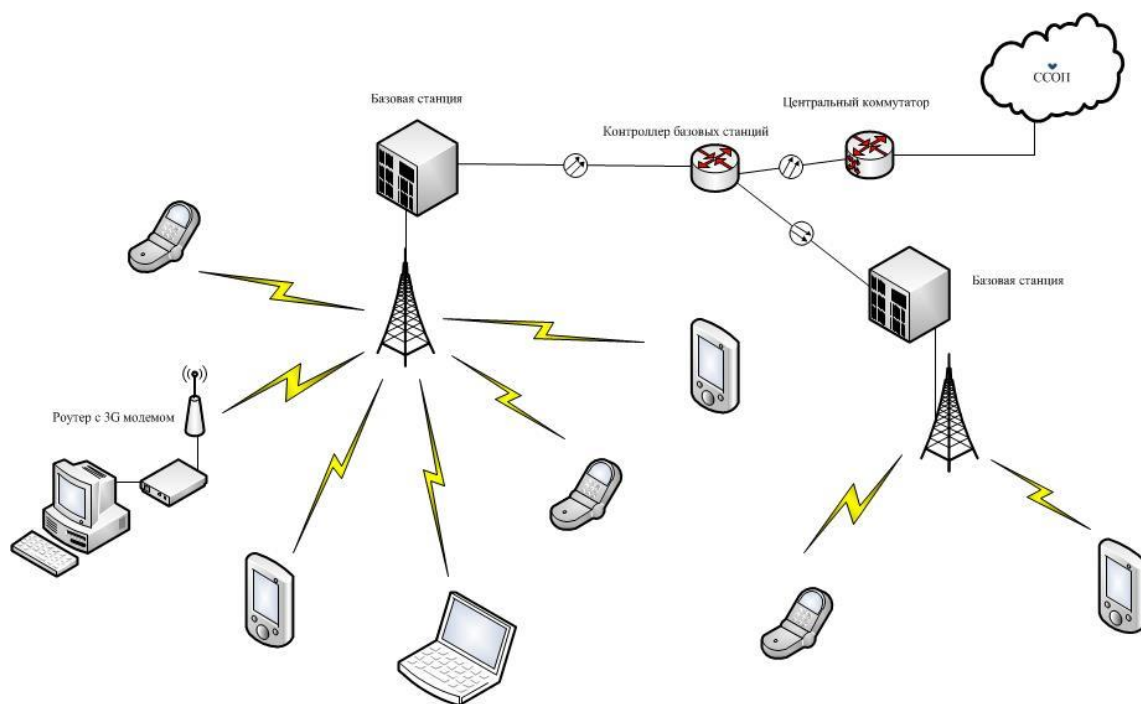
Как уже было отмечено услуги связи на территории строящегося микрорайона обеспечивают сотовые операторы. Схема организации связи сотовых операторов связи представлена на рисунке 1.4. Однако предоставить качественные мультисервисные услуги связи с помощью технологии 3G всем жителям микрорайона операторы сотовой связи не могут. В связи с этим

возникает необходимость реализации проводной мультисервисной сети СВЯЗИ.



**Рисунок 1.3 – Схема существующей кабельной канализации микрорайона Октябрьский.**

Подводя итог, следует отметить, что рассматриваемый микрорайон является перспективным для построения высокорентабельной проводной сети связи и так как на данный момент проводной сети связи в микрорайоне нет, то необходимо спроектировать мультисервисную сеть связи на базе проводных технологий доступа, которая будет отвечать современным требованиям по скорости доступа, надежности и функционалу.



**Рисунок 1.4 – Схема организации связи сотового оператора связи на территории микрорайона Октябрьский**

Оценивая изложенный выше материал, можно сформулировать следующие выводы. Разработка МСС в микрорайоне «Октябрьский» г. Каменск-Уральский является актуальной задачей, поскольку позволит предоставлять спектр услуг Triple Play по единому каналу связи на единой технологической основе коммутации пакетов.

Сеть будет обеспечивать требуемое качество обслуживания при передаче мультимедийного трафика на уровне QoS. Необходимым условием проектирования и реализации сети является соблюдение документов – стандартов, норм и технических регламентов принятых в стране в сфере телекоммуникаций (МСЭ, ETSI, закон “О связи”, ЕСЭ РФ, ФЦП “Электронная Россия” и др.).



## 2 ВЫБОР ВАРИАНТА РЕАЛИЗАЦИИ ШИРОКОПОЛОСНОЙ СЕТИ АБОНЕНТСКОГО ДОСТУПА

### 2.1 Описание архитектуры стандарта Metro Ethernet

Взаимное проникновение сетей различного назначения путем использования единых компонентов и совмещения выполняемых функций уже имеет достаточно богатую историю. Среди традиционных технологий, которые призваны обеспечить интеграцию разнородного трафика в единых телекоммуникационных инфраструктурах прошлых лет, в первую очередь следует отметить технологии: ISDN, FR и ATM. И хотя сегодня эти технологии можно считать морально устаревшими, большинство основополагающих принципов и технических решений, которые были в них использованы впервые, остаются по-прежнему актуальными.

В такой ситуации повышенный интерес привлекают разнообразные неклассические технологии создания мультисервисных сетей (МСС) доступа, основанных на передовой технологии Ethernet. Применение такой технологии, как правило, позволяет создать МСС путем добавления дополнительных услуг к уже имеющимся в сети.

Появление и развитие гибридных сетей широкополосного доступа представляет собой типичный пример эволюционного развития технологий построения сетей доступа от узкоспециальных услуг к полнофункциональным услугам. Основной особенностью широкополосных сетей кабельного телевидения (СКТ) их изначальное ориентирование на предоставление вещательных услуг. Т.е. первоначально сети широкополосного доступа применялись для трансляции программ кабельного телевидения. В качестве среды передачи данных в этих сетях использовался медный коаксиальный кабель, а телевизионный сигнал передавался по нему в аналоговом виде и в стандартном эфирном формате.

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			15

Трансляция сигнала одного телевизионного канала занимает полосу частот 8 МГц, поэтому оператор кабельного телевидения может организовать одновременную трансляцию от 20 до 80 телевизионных программ. В дальнейшем, с увеличением количества абонентов, для построения магистральных сегментов своих сетей операторы кабельного телевидения стали использовать волоконно-оптический кабель (ВОК). При этом оптическая магистраль, как правило, использовалась для подключения к общей сети одной или нескольких связанных между собой коаксиальных ветвей.

Такие гибридные волоконно-оптические/коаксиальные сети, или иначе сети HFC, оказались способны передавать телевизионный сигнал на расстояние до нескольких десятков и даже сотен километров. В дальнейшем, по мере развития рынка и появления новых услуг со стороны провайдеров спутникового телевидения, операторы кабельного телевидения были вынуждены искать пути повышения качества предоставляемых услуг, а также возможности для организации новых сервисов для своих клиентов: были предоставлены высокоскоростная передача данных и доступ в сети Интернет, используя сети HFC. Основными компонентами сети HFC являются кабельные модемы (CM) и транслирующая станция кабельных модемов (CMTS).

Растущая конкуренция на рынке телекоммуникаций заставляет операторов искать новые решения, которые позволят расширить спектр предлагаемых услуг, снизить расходы на сопровождение сети, повысить прибыльность и привлечь новых клиентов. Такие решения также должны обеспечивать хорошую масштабируемость и быть рассчитаны на быстрый рост клиентской базы и внедрение новых приложений, требующих поддержки функций качества обслуживания и значительной полосы пропускания.

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			16

Всем этим требованиям наилучшим образом отвечает решение Metro Ethernet. Появление Metro Ethernet как серьезной альтернативы другим вариантам сетей городского масштаба обусловлено следующими факторами:

- ростом требований к полосе пропускания в связи с появлением новых типов приложений;
- высокой концентрацией абонентов в офисных и жилых зданиях;
- ростом интереса к массовому рынку домашних абонентов вследствие высокой насыщенности рынка корпоративных клиентов и падения доходности услуг на этом рынке;
- низкой стоимостью первоначальных затрат (CAPEX) и затрат на поддержку (OPEX);
- большим количеством специалистов, имеющих опыт работы с Ethernet.

Решение Metro Ethernet обеспечивает:

- мультисервисность и высокую надежность инфраструктуры, обеспечивающие поддержку соглашений об уровне обслуживания, необходимых для критичных приложений;
- низкую стоимость развертывания сети;
- исключительно низкую цену за Гбит/с;
- стандартный интерфейс с возможностью предоставления пакета услуг на одном клиентском порту (мультиплексирование сервисов);
- модульность и высокую плотность агрегации- решение рассчитано на быстрое внедрение в районах с высокой плотностью клиентов;
- отличную масштабируемость по количеству портов, производительности узлов и скорости каналов (до 80 Гбит/с);
- единую технологию, механизмы сигнализации и управления для всей сети;
- максимальную автоматизацию управления сетью и активации услуг, поддержку средств самообслуживания клиентов.

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			17

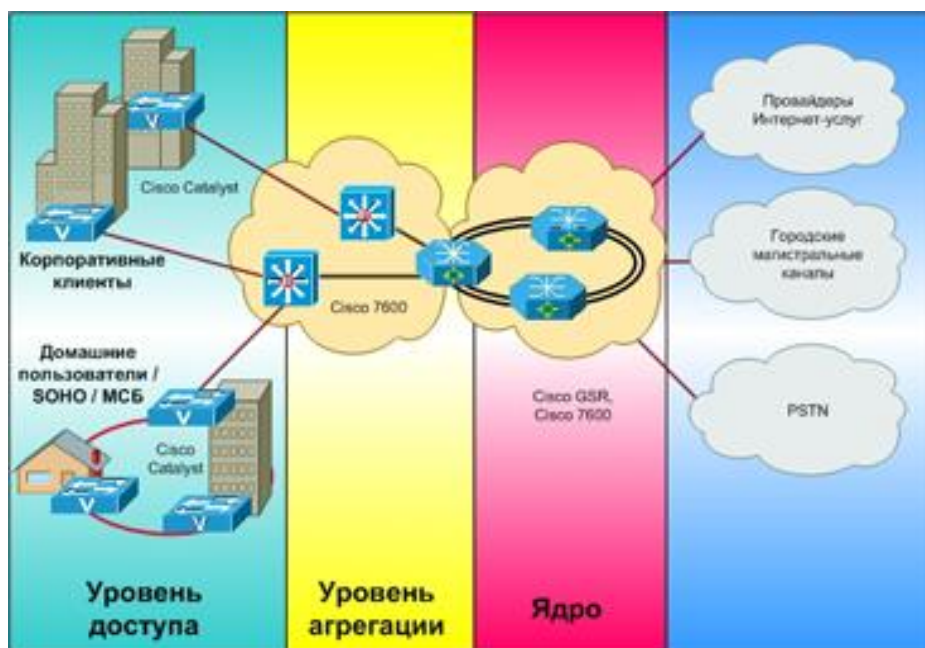
Рост требований к емкости городских сетей и успех существующих операторов Metro Ethernet ясно показывают, что данная модель предоставления телекоммуникационных услуг на базе Ethernet в городских сетях конкурентоспособна, востребована и прибыльна для операторов связи. И так же позволяет обеспечить основу для value-added сервисов, таких как IDS, хранение информации, VoIP и IPTV.

Архитектура сети Metro Ethernet разработана с учетом следующих требований:

- масштабируемость;
- высокая надежность и доступность;
- поддержка качества услуг и соглашений об уровне обслуживания, необходимых для критичных бизнес-приложений, голосового трафика и широкополосного видео;
- высокая производительность;
- модульность и возможность быстрого развертывания;
- управляемость;
- поддержка наиболее полного набора услуг, как для бизнес клиентов, так и для домашних абонентов, возможность быстрого внедрения новых услуг;
- безопасность

Типовая сеть Metro Ethernet строится по трехуровневой иерархической схеме и включает ядро, уровень агрегации и уровень доступа (рис. 2.1).

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			18



**Рисунок 2.1 – Схема организации связи с применением технологии MetroEthernet**

В ядре и на уровне агрегации обеспечивается резервирование компонентов устройств, а также топологическое резервирование, что позволяет повысить доступность сети и сделать предоставление услуг непрерывным при сбоях каналов и узлов. Поддерживаемые современные механизмы резервирования (Statefull Switchover, Non-stop forwarding, Route Processor Redundancy) и защитной коммутации (Fast Reroute) обеспечивают время восстановления, сравнимое с сетями SDH и позволяют минимизировать потери трафика при сбоях на сети.

На уровне доступа реализуется полный комплекс мер безопасности, обеспечивающих идентификацию и изоляцию клиентов, а также защиту инфраструктуры оператора. В сети реализуются сквозные механизмы качества обслуживания (QoS) и поддерживаются различные типы прозрачного туннелирования клиентской QoS-маркировки трафика. На всех уровнях сети поддерживается эффективная многоадресная передача (multicast), что важно при реализации таких услуг, как телевидение поверх IP.

Построение магистральных соединений мультисервисных ЛВС на основе Ethernet. Магистральные соединения предназначены для обеспечения высокоскоростной передачи данных между узлами мультисервисных сетей. Как уже было неоднократно отмечено, именно в мультисервисных ЛВС вопросам построения эффективных магистральных соединений придается очень большое значение. Во многом это связано с тем, что характерными признаками МСС являются большие объемы передаваемых данных и высокие требования к скорости и надежности их доставки.

Некоторыми из наиболее существенных требований, которые предъявляются к характеристикам магистральных соединений современных МСС являются:

- скорость информационного обмена - 1-10 Гбит/сек;
- достоверность и надежность: вероятность возникновения отказа в процессе передачи данных по магистральному соединению - 10<sup>-9</sup>-10<sup>-12</sup>;
- автоматическая диагностика возникающих неисправностей.

В комплекс спецификаций IEEE 802.3 входят описания двух групп технологий, характеристики которых удовлетворяют большинству из перечисленных выше требований:

- группа технологий 1000 Base (Gigabit Ethernet);
- группа технологий 10G Base (10 Gigabit Ethernet).

Магистралы Gigabit Ethernet обеспечивают передачу данных со скоростью 10 Гбит/сек и могут быть построены на основе различных типов кабеля (среды передачи данных). В описании магистральных технологий Gigabit Ethernet можно выделить две частично независимые группы спецификаций:

- 1000BaseX;
- 1000BaseT.

При создании группы спецификаций 1000BaseX дальнейшее развитие получили общие принципы, в соответствии с которыми построено

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			20

подавляюще большинство спецификаций Ethernet. Спецификация 1000BaseT представляет собой комплекс технических решений, обеспечивающих передачу данных на скорости 1 Гбит/сек по UTP категории 5 и является наиболее революционной среди спецификаций построения гигабитных магистралей Ethernet.

Комплекс технологий 10Gigabit Ethernet предназначен для построения сверхвысокоскоростных магистральных соединений в сетях IEEE 802.3/Ethernet. Как следует из названия, технологии этого комплекса обеспечивают возможность передачи данных по магистральным соединениям ЛВС Ethernet на скорости 10 Гбит/сек.

Таким образом, Metro Ethernet, как среда реализации коммуникационных сервисов представляет собой технологическую базу для доставки услуг. Это понятие охватывает оптические и другие сети Ethernet в рамках масштаба города. Решения Metro Ethernet все больше становятся основной сервисной архитектурой в городах. Операторы TV вещания все чаще и чаще при построении новой МСС комбинируют НФС и Metro Ethernet за счет наличия большого количества оптических жил в ВОК. При этом для построения СКТ используется архитектура FTTH (оптика в дом).

#### Особенности использования одномодового волокна

На сегодняшний день широко используются 4 различных типа одномодового волокна. Они описаны в таблице 2. Рекомендация ITU-T G.652, которая обычно считается стандартом для одномодового волокна, представляет большую часть всех существующих волокон. Рекомендация G.652 описывает как стандартное одномодовое волокно (IEC type B1.1), так и одномодовое волокно с низким пиком водяного поглощения (IEC type B1.3). Технические характеристики стандарта 10 GbE базируются на использовании стандартного одномодового волокна B1.1 или B1.3 или, другими словами, в основном на рекомендации G. 652. Однако это не препятствует использованию других типов одномодовых волокон с интерфейсом

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			21

10GBASE-E, так как их использование потенциально может улучшить эксплуатационные характеристики сетей 10GbE. Стандартное одномодовое волокно по сути представляет собой тонкую (5-8 мкм) сердцевину из стекла, легированного германием, окруженную более толстым слоем чистого стекла. Стандартное одномодовое волокно является основополагающим компонентом оптической телекоммуникационной инфраструктуры. Почти все решения могут быть реализованы с помощью одномодового волокна, но оно оптимизировано для передачи сигнала на длине волны 1310 нм. Несоответствие эксплуатационных качеств со стандартами для одномодового волокна становится особенно значительным на высоких скоростях передачи (10 Гбит/с) и больших расстояниях (> 40км). Одномодовое волокно с низким пиком водяного поглощения (IEC type B1.3) имеет такие же дисперсионные характеристики, как и стандартное одномодовое волокно (IEC type B1.1), но меньшее поглощение в области водяного пика (обычно 1383 нм). Поскольку никакой спецификации водяного поглощения для стандартного одномодового волокна (IEC type B1.1) не существует, поглощение в области 1383 нм может быть значительно больше, чем на 1310 нм.

За счет меньшего количества водяных примесей, вносимых в процессе изготовления, одномодовое волокно с низким пиком водяного поглощения (IEC type B1.3) обеспечивает все то же самое, что и стандартное одномодовое волокно, но к тому же поддерживает дополнительные длины волн между 1360 и 1460 нм.

Заметим еще раз, что стандарт IEEE 802.3ae для 10 Gigabit Ethernet описывает все эксплуатационные характеристики для стандартных типов одномодовых волокон (IEC type B1.1 и B1.3). Дополнительные типы волокон (например, DSF или NZDSF) могут давать преимущества, выходящие за рамки стандарта, но они не требуются для соответствия техническим характеристикам стандарта 10GbE.

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			22



Волокно со смещенной дисперсией (DSF) было предложено в середине 1980-х и составляет очень небольшой процент от всего используемого одномодового волокна. К потребности в DSF привела разработка 1550 нм лазеров, излучение которых имеет меньшее поглощение в волокне, чем у 1310 нм лазеров. DSF позволяет оптическим сигналам распространяться значительно дальше без регенерации или компенсации благодаря уменьшенному значению коэффициента хроматической дисперсии. DSF хорошо приспособлено для удовлетворения потребностей одноканальных оптических систем передачи. Но с появлением широкополосных оптических усилителей и волнового мультиплексирования (WDM), хроматические дисперсионные характеристики DSF стали вносить нежелательные эффекты в целостность многоволновых импульсов. В результате потребовался новый тип волокна - волокно с ненулевой смещенной дисперсией (NZDSF). NZDSF фактически вывело из употребления DSF и, таким образом, DSF больше не предлагается на коммерческом рынке. Одномодовое волокно со смещенной длиной волны отсечки - IEC 60793-2 B1.2 / ITU G.654. Одномодовое волокно со смещенной длиной волны отсечки создано для того, чтобы позволить передачу данных на большие расстояния с низким затуханием и возможностью использовать сигналы высокой мощности. Это волокно обычно используется для передачи в области 1550 нм благодаря большой величине длины волны отсечки (около 1500 нм). Из-за высокой сложности изготовления одномодовое волокно со смещенной длиной волны отсечки обычно намного дороже, чем другие одномодовые волокна. Оно используется практически исключительно в подводных решениях и его маловероятно встретить в ситуациях, когда применяются решения 10 Gigabit Ethernet. Волокно с ненулевой смещенной дисперсией (NZDSF) начали применять в середине 1990-х для устранения недостатков, связанных с использованием DSF при передаче на нескольких длинах волн. В этом волокне поддерживается ограниченный коэффициент хроматической

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			23

дисперсии во всем оптическом диапазоне (обычно 1530-1625 нм), используемом в волновом мультиплексировании (WDM). В первую очередь, введение NZDSF было направлено на нелинейный эффект, который называется четырехволновым смешением (FWM). Суть FWM заключается в том, что три волны, несущие различную информацию, могут генерировать сигналы на четвертой длине волны. Если используется эквидистантная схема расположения каналов (как в большинстве WDM систем), то сгенерированные шумовые сигналы могут частично перекрывать длину волны, несущую полезную информацию. NZDSF смягчает этот эффект, обеспечивая для всех длин волн в рассматриваемом диапазоне (1530-1625 нм) некоторую ограниченную дисперсию таким образом, чтобы сигналы на соседних длинах волн не перекрывались в течение больших промежутков времени.

Уменьшенная хроматическая дисперсия NZDSF также уменьшает и нежелательный вклад других нелинейных эффектов – фазовой автомодуляции (SPM) и перекрестной фазовой модуляции (XPM). NZDSF оптимизировано для передачи в диапазоне 1530-1625 нм, но поддерживает также некоторые конфигурации на длине волны 1310 нм с соответствующим типом лазеров и конструкцией системы. Стандарт IEEE 802.3ae описывает NZDSF коротко: "Вероятно, волокно типа В4 (NZDSF) с положительной дисперсией может быть использовано для 10GBASE-E вместо В1.1 или В1.3 (стандартное одномодовое волокно). Для соответствия ТРЗ должна иметь место линия связи с использованием волокна В4 (NZDSF) с отрицательной дисперсией".

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			24

**Таблица 2.1 – Используемые типы одномодовых волокон**

Название	ITU-T	IEC	Рабочий диапазон, нм	Описано в стандарте IEEE 802.3ae
Стандартное одномодовое волокно (с несмещенной дисперсией)	G.652	IEC 60793-2 (B1.1/B1.3)	1300-1324	Да
Волокно со смещенной дисперсией (DSF)	G.653	IEC 60793-2 (B2)	1500-1600	Нет
Волокно со смещенной длиной волны отсечки	G.654	IEC 60793-2 (B1.2)	1550-1625	Нет
Волокно с ненулевой смещенной дисперсией (NZDSF)	G.655	IEC 60793-2 (B4)	1530-1565 (C-диапазон) 1565-1625 (L-диапазон)	Да

## 2.2 Выбор технологии реализации сети связи

С учетом анализа технологий и требований, определяемых протоколом Ethernet, была спроектирована мультисервисная сеть связи для микрорайона Октябрьский г. Каменск-Уральский (рисунок 2.3).

Структура сети представляет собой классическую трехуровневую иерархию. На транспортном уровне (ядро сети) находится коммутатор третьего уровня XGS4700-48F с 4 портами 10 GE. По интерфейсу 10 GE данный коммутатор соединен с коммутаторами агрегации MGS-3712. Коммутаторы агрегации в данной схеме соединены в локальные кольца. Такой подход позволяет увеличить надежность сети за счет дополнительного резервирования каналов и снизить пиковую нагрузку на весь сегмент в целом. В данных устройствах в наличии имеются 2 uplink порта 10GE, которые задействованы для соединения с коммутатором ядра. К коммутаторам агрегации подключаются коммутаторы доступа ES-2024PWR, которые имеют в своем составе 2 оптических порта 1 GE, с помощью

которых они соединяются между собой и с MGS-3712 рис.2.3. Подключение абонентов осуществляется посредством кабеля UTP cat. 5e к портам Fast Ethernet коммутаторов ES-2024PWR. Линии связи уровня агрегации и линии связи между коммутаторами доступа прокладываются в кабельной канализации. Пропускная способность линий связи создает возможность для предоставления всех заявленных мультимедийных услуг без потери качества.

IP- телефония реализована на базе протокола SIP (Session Initialization Protocol) и голосовой платформы Zyxel X8005, которая отвечает за установку соединений и обслуживание вызовов в рамках создаваемой сети.

Общая схема организации сети связи по технологии FTТВ для микрорайона Октябрьский г. Каменск-Уральский показана на рисунке 2.3.

С целью предоставления услуг доступа в Интернет, защиты от сетевых атак из вне, а также для доступа к сервису IPTV используется FireWall ZyWALL USG300 от компании Zyxel. FireWall позволяет обеспечить создание и оказание так называемых «сквозных» услуг, которые могут транслироваться по IP/MPLS-магистралах. Также в функции Firewall входит защита сети от внешних сетевых атак.

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			26

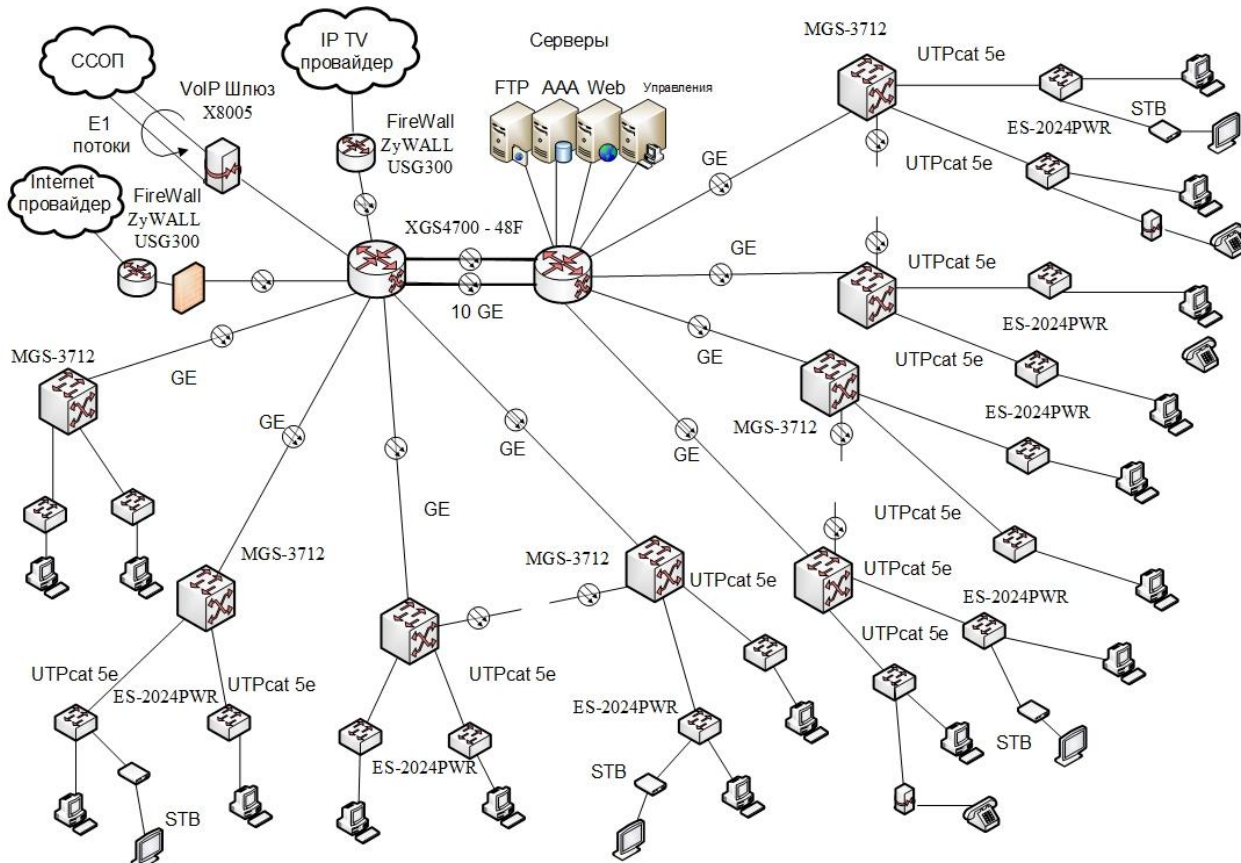


Рисунок 2.3 - Схема организации связи по технологии Ethernet

Выбранная топология и разработанная схема организации связи позволит проектируемой мультисервисной сети удовлетворять всем необходимым критериям для обеспечения высококачественной и устойчивой связи.

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

## 3 ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК ТРАФИКА

### 3.1 Распределение абонентов по категориям

Для обеспечения работоспособности мультисервисной сети необходимо учесть нагрузку на узлах данной сети, нагрузка на каждом узле сети будет состоять из трех составных частей это - нагрузка IP телефонии, нагрузка видеотрафика, а так же нагрузка трафика передачи данных. Трафик видеопотока. Необходимо отметить, что в качестве основного расчетного узла выбирается коммутатор агрегации. Также при расчете учитывается процент проникновения той или иной услуги (т.е. определенный процент от общего количества абонентов).

Для правильной оценки характеристик и расчета требуемой пропускной способности для предоставления комплексной услуги Triply Play используем параметры, основанные на статистических данных. Значения этих параметров приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Значения параметров для расчета нагрузки на узле сети

Параметр	Обозначение	Коммутаторы агрегации
1	2	3
1. Число сетевых узлов	FN	31
2. Общее число абонентов сети:	NS	5400 (≈70% от общего количества)
3. Процентная доля заголовка IP пакета для входящего потока	ОНD	10%
4. Процентная доля заголовка IP пакета для исходящего потока	ОНU	15%

**Окончание таблицы 3.1**

1	2	3
<p>5. Доля абонентов, пользующаяся различными типами услуг:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Пользующиеся услугами в час наибольшей нагрузки;</li> <li>- Одинаково использующие исходящий и входящий трафик;</li> <li>- Использующие услуги IPTV</li> </ul>	<p>DAAF</p> <p>DPAF</p> <p>IPVS AF</p>	<p>70%</p> <p>60%</p> <p>40%</p>
<p>6. Передача данных:</p> <p>Общая скорость передачи данных во входящем трафике:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Средняя скорость передачи;</li> <li>-Максимальная скорость передачи;</li> </ul> <p>Общая скорость передачи данных в исходящем трафике:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Средняя скорость передачи;</li> <li>-Максимальная скорость передачи;</li> </ul>	<p>ADBS</p> <p>PDBS</p> <p>AUBS</p> <p>PUBS</p>	<p>2 Мбит/с</p> <p>4 Мбит/с</p> <p>1 Мбит/с</p> <p>2 Мбит/с</p>
<p>7. IPTV:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- процент абонентов, пользующихся услугой;</li> <li>- количество сессий на абонента;</li> <li>- режим Unicast;</li> <li>- режим Multicast;</li> <li>- потоки Multicast;</li> <li>- общее количество каналов;</li> <li>- скорость видеопотока;</li> <li>- запас на вариацию битовой скорости;</li> </ul>	<p>IPVS User</p> <p>IPVS SH</p> <p>IPVS UU</p> <p>IPVS MUM</p> <p>IPVS MU</p> <p>IPVS MA</p> <p>VSB</p> <p>SVBR</p>	<p>50%</p> <p>1,3</p> <p>10%</p> <p>50%</p> <p>70%</p> <p>60</p> <p>2 Мбит/с</p> <p>0,2</p>

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

*11070006.11.03.02.114 ПЗВКР*

Лист

29

### 3.2 Оценка трафика телефонии

Расчет нагрузки на узле связи будем производить исходя из количества абонентов на узле, равного  $N=88$ , типа кодека, который будет использоваться, в данном случае это G.729A, а так же основываясь на длине заголовка пакета, равного 58 байтам.

Основываясь на спецификации кодека можно определить полезную нагрузку одного пакета:

$$Y_{\text{полезн}} = \frac{t_{\text{звуч.голоса}} \cdot v_{\text{кодирования}}}{8 \text{ бит} / \text{байт}}, \text{ байт}, \quad (3.1)$$

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

$v_{\text{кодирования}}$  - 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.

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

Исходя из того, что длина заголовка будет 58 байт, его структура будет следующая:

**VoIP пакет**

Заголовок Ethernet	Заголовок IP	Заголовок UDP	Заголовок RTP	Голосовая нагрузка
14 байт	20 байт	8 байт	16 байт	20 байт

**Рисунок. 3.1. – Структура пакета VoIP**

Таким образом размер голосового пакета будет:

$$V_{\text{пакета}} = L_{\text{Eth}} + L_{\text{IP}} + L_{\text{UDP}} + L_{\text{RTP}} + Y_{\text{полезн}} \text{ байт}, \quad (3.2)$$

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

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



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

Кодека G.729А передает через шлюз 50 пакетов в секунду, таким образом полоса пропускания станет равной:

$$ППр_1 = V_{\text{пакета}} \cdot 8 \frac{\text{бит}}{\text{байт}} \cdot 50_{\text{pps}}, \text{ Кбит/с,}$$

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

$$ППр_1 = 78 \cdot 8 \cdot 50 = 30 \text{ Кбит/с.}$$

К каждому сетевому узлу подключено не более 88 абонентов, если учесть что паузы в разговоре составляют до 50% от полезной информации, отсюда следует нагрузка составит:

$$ППр_{\text{WAN}} = ППр_1 \cdot N \cdot VAD, \text{ Мбит/с,} \quad (3.3)$$

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

$N$  – количество голосовых портов в точке присутствия, шт,

$VAD$  (Voice Activity Detection) – коэффициент механизма идентификации пауз (0,5).

$$ППр_{\text{WAN}} = 30 \cdot 88 \cdot 0,5 = 1,29 \text{ Мбит/с.}$$

Соответствующий расчет для коммутаторов уровня ядра при:

$$ППр_{\text{WAN}} = 20 \text{ Мбит/с.}$$

### 3.3 Оценка трафика видео потоков

Исходя из таблицы 3.1 можно определить число абонентов на один сетевой узел, это число абонентов так же будет соответствовать числу абонентов телефонии:

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			31

$$AVS = NS/FN, \text{ аб}$$

где NS – общее число абонентов, аб,

FN – количество оптических сетевых узлов, шт.

$$AVS = 2700/31 = 88 \text{ аб.}$$

В свою очередь общее число абонентов использующие услуги видео по запросу определяется согласно следующего выражения:

$$IPVS \text{ Users} = AVS \cdot IPVS \text{ MP} \cdot IPVS \text{ AF} \cdot IPVS \text{ SH}, \text{ аб}, \quad (3.4)$$

где IPVS MP – коэффициент проникновения услуги IP TV,

IPVS AF – процент абонентов, пользующихся услугами IPTV одновременно в ЧНН,

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

$$IPVS \text{ Users} = 88 \cdot 0,4 \cdot 0,5 \cdot 1,3 = 23 \text{ аб.}$$

Исходя из этого можно определить количество потоков для интерактивного телевидения:

$$IPVS \text{ US} = IPVS \text{ Users} \cdot IPVS \text{ UU} \cdot UUS, \text{ потоков}, \quad (3.5)$$

где IPVS UU – коэффициент проникновения услуги индивидуального видео,

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

$$IPVS \text{ US} = 23 \cdot 0,1 \cdot 1 = 3, \text{ потоков.}$$

Так же определяется и количество групповых потоков однако в данном случае один поток может быть закреплен за разными абонентами:

$$IPVS \text{ MS} = IPVS \text{ Users} \cdot IPVS \text{ MU}, \text{ потоков}$$

где IPVS MU – количество абонентов, принимающих групповые видеопотоки.

$$IPVS \text{ MS} = 23 \cdot 0,5 = 12 \text{ потока.}$$

Основываясь на том, что количество доступных видео потоков зависит от количества программ, можно определить максимальное количество доступных видеопотоков из следующего выражения:

$$IPVS\ MSM = IPVS\ MA \cdot IPVS\ MUM, \text{ видеопотоков}, \quad (3.6)$$

где  $IPVS\ MA$  – количество доступных групповых видеопотоков,

$IPVS\ MUM$  – процент максимального использования видеопотоков.

$$IPVS\ MSM = 60 \cdot 0,5 = 30, \text{ видеопотоков}$$

Исходя из процентного соотношения заголовка IP пакета и средней скоростью передачи для видеопотока можно определить скорость передачи для видеопотока:

$$IPVSB = VSB \cdot (1+SVBR) \cdot (1+OHD), \text{ Мбит/с} \quad (3.7)$$

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

$SVBR$  – запас на вариацию битовой скорости.

$$IPVSB = 2 \cdot (1+0,2) \cdot (1+0,1) = 2,64, \text{ Мбит/с.}$$

Общая пропускная способность для режимов Unicast и Multicast определяются следующим образом:

$$IPVS\ MNB = IPVS\ MS \cdot IPVSB, \text{ Мбит/с}, \quad (3.8)$$

$$IPVS\ UNB = IPVS\ US \cdot IPVSB, \text{ Мбит/с}, \quad (3.9)$$

где  $IPVS\ MS$  – количество транслируемых потоков в режиме multicast,

$IPVS\ US$  – количество транслируемых потоков в режиме unicast,

$IPVSB$  – скорость передачи одного видеопотока.

$$IPVS\ MNB = 12 \cdot 2,64 = 31,68 \text{ Мбит/с},$$

$$IPVS\ UNB = 3 \cdot 2,64 = 7,92 \text{ Мбит/с.}$$

Общая пропускная способность для групповых видеопотоков в час наибольшей нагрузки будет:

$$IPVS\ MNBM = IPVS\ MSM \cdot IPVSB, \text{ Мбит/с}, \quad (3.10)$$

где  $IPVS\ MSM$  – число используемых видеопотоков среди доступных,

$IPVSB$  – скорость передачи одного видеопотока.

$$IPVS\ MNBM = 30 \cdot 2,64 = 79,2 \text{ Мбит/с.}$$

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			33

В свою очередь общая пропускная способность на одном сетевом узле будет определяться из суммы нагрузок для интерактивного телевидения и для группового:

$$AB = IPVS\ MNB + IPVS\ UNB, \text{ Мбит/с}, \quad (3.11)$$

где  $IPVS\ MNB$  – пропускная способность для передачи группового видеопотока,

$IPVS\ UNB$  – пропускная способность для передачи индивидуального видеопотока.

$$AB = 7,92 + 31,68 = 39,6 \text{ Мбит/с}.$$

Итак, для предоставления услуги TV IP на одном сетевом (коммутаторы уровня агрегации) узле необходима полоса пропускания 39,6 Мбит/с.

В свою очередь для коммутаторов уровня ядра при  $AVS = 2700/2$  нагрузка составит 613,8 Мбит/с.

### 3.4 Оценка трафика передачи данных

Расчет нагрузок для трафика передачи данных так же начинается с определения количества абонентов на одном сетевом узле:

$$AS = TS \cdot DAAF, \text{ аб}, \quad (3.12)$$

где  $TS$  – число абонентов на одном сетевом узле, аб,  $DAAF$  – процент абонентов, соответственно в час наибольшей нагрузки:

$$AS = 88 \cdot 0,7 = 62, \text{ аб}. \quad (3.13)$$

Средняя скорость передачи для входящего трафика будет:

$$BDDA = (AS \cdot ADBS) \cdot (1 + OHD), \text{ Мбит/с}, \quad (3.14)$$

где  $AS$  - количество активных абонентов, аб,  $ADBS$  – средняя скорость приема данных, Мбит/с,  $OHD$  – отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во входящем потоке.

$$BDDA = (62 \cdot 2) \cdot (1 + 0,1) = 136, \text{ Мбит/с}.$$

Соответственно для исходящего трафика от абонента составит:

$$BUDA = (AS \cdot AUBS) \cdot (1 + OHU), \text{ Мбит/с}, \quad (3.15)$$

где  $AS$  - количество активных абонентов, аб,  $AUBS$  – средняя скорость передачи данных, Мбит/с  $OHU$  – отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине в исходящем потоке.

$$BUDA = (62 \cdot 1) \cdot (1+0,15) = 71,3 \text{ Мбит/с}.$$

При пиковых нагрузках количество абонентов использующих услуги передачи данных определяются согласно следующему выражению:

$$PS = AS \cdot DPAF, \text{ аб}, \quad (3.16)$$

где  $DPAF$  – процент абонентов, одновременно принимающих или передающих данные в течении короткого интервала времени.

$$PS = 62 \cdot 0,6 = 38, \text{ аб}.$$

Пиковая нагрузка рассчитывается исходя из следующего выражения.

$$BDDP = (PS \cdot PDBS) \cdot (1 + OHD), \text{ Мбит/с}, \quad (3.17)$$

где  $PDBS$  – пиковая скорость приема данных, Мбит/с.

$$BDDP = (38 \cdot 4) \cdot (1+0,1) = 167,2 \text{ Мбит/с}.$$

Пиковая нагрузка для исходящего трафика:

$$BUDP = (PS \cdot PUBS) \cdot (1 + OHU), \text{ Мбит/с}, \quad (3.18)$$

$PUBS$  – пиковая скорость передачи данных, Мбит/с.

$$BUDP = (38 \cdot 2) \cdot (1+0,15) = 87,4 \text{ Мбит/с}.$$

Сравнивая значения пиковых и средних нагрузок определяем наибольшие как критерий для обеспечения пропускной способности на узле связи.

$$BDD = \text{Max} [BDDA; BDDP], \text{ Мбит/с}, \quad (3.19)$$

$$BDU = \text{Max} [BUDA; BUDP], \text{ Мбит/с}, \quad (3.20)$$

где  $BDD$  – пропускная способность для приема данных, Мбит/с,  $BDU$  – пропускная способность для передачи данных, Мбит/с.

$$BDD = \text{Max} [136; 167,2] = 167,2 \text{ Мбит/с},$$

$$BDU = \text{Max} [71,3; 87,4] = 87,4 \text{ Мбит/с}.$$

Пропускная способность определяется исходя из суммарной нагрузки входящих и исходящих трафиков.

$$BD = BDD + BDU, \text{ Мбит/с}, \quad (3.21)$$

где  $BDD$  – максимальная пропускная способность для приема данных, Мбит/с,  $BDU$  – максимальная пропускная способность для передачи данных, Мбит/с.

$$BD = 167,2 + 87,4 = 254,6 \text{ Мбит/с}.$$

В свою очередь для коммутаторов уровня ядра составит

$$BD = 3946,3 \text{ Мбит/с}.$$

Пропускная способность узла связи должна соответствовать следующей суммарной нагрузке от трех видов услуг мультисервисной сети связи.

$$\text{ППр Triply play} = \text{ППр WAN} + \text{AB} + \text{BD}, \text{ Мбит/с}, \quad (3.22)$$

где  $\text{ППр}_{\text{WAN}}$  – пропускная способность для трафика IP телефонии, Мбит/с,  $\text{AB}$  – пропускная способность для видеопотоков, Мбит/с,  $\text{BD}$  – пропускная способность для трафика данных, Мбит/с.

$$\text{ППр}_{\text{Triply play}} = 1,29 + 39,6 + 254,6 = 295,5 \text{ Мбит/с}.$$

Из расчета можно сделать вывод о способности технологии Gigabit Ethernet обеспечить необходимую скорость передачи.

Нагрузка на одном коммутаторе ядра при суммарном подсчете составит  $4580,25 \text{ Мбит/с}$ .

## 4 ВЫБОР ТИПА ЛИНИИ СВЯЗИ

Выбор типа соединительных линий связи между различными узлами сети обуславливается исключительно из трех параметров это пропускная способность, длина проектируемой линии связи (влияет на такие параметры как затухание и дисперсия), а так же местность по которой будет прокладываться линия связи. На основании рассчитанных нагрузок предыдущей главе были приняты следующие решения о выборе линий связи.

### 4.1 Уровень ядра сети

Ядро сети состоит из двух коммутаторов третьего уровня. На уровне ядра в коммутатор третьего уровня включаются следующие устройства: Файервол для защиты от внешнего воздействия из сети Internet, VoIP шлюз для обеспечения IP телефонии, сервера администрирования, файл сервер и FTP сервер, а так же Файервол, обеспечивающий доступ к IPTV контенту стороннего провайдера.

Файрвол и маршрутизатор, обеспечивающий выход к сети Internet, подключены оптическим кабелем связи по технологии 10GE.

Файл-сервер подключается к порту коммутатора посредством оптоволоконного кабеля так же по технологии GE. Применение данного вида кабеля связано с необходимостью в высокой пропускной способности для обеспечения доступа к базе данных файлов пользователей..

### 4.2 Уровень агрегации и доступа

Уровень ядра сети соединен с уровнем агрегации (коммутатор второго уровня) посредством оптических кабеля (GE), коммутаторы второго уровня соединены в кольцо, что позволяет сократить количество оптических линий,

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			37

кольца двунаправленные (2 оптических волокна соединяют каждый коммутатор), что позволяет обеспечить резервирование линий связи, кабель прокладывается в кабельной канализации.

Коммутаторы второго уровня выполняют функции агрегации. Каждый коммутатор второго уровня находится в специальном шкафу в здании жилого многоэтажного дома на техническом этаже (рисунок 4.1). Коммутаторы уровня доступа, находящиеся на различных этажах многоэтажных зданий, подключаются к коммутатору агрегации при помощи кабеля UTP cat 5e прокладка осуществляется в специальных кабель каналах между этажами и подвеской непосредственно до квартиры на каждом этаже. Периферийные устройства абонентов подключаются к коммутатору доступа при помощи кабеля UTP cat 5e по технологии Fast Ethernet, при этом длина кабеля не должна превышать 100 м.

В соответствии с этим была разработана ситуационная схема трассы прокладки кабеля, которая представлена на рисунке 4.1. На данной схеме показаны размещения сетевых распределительных шкафов, изображена кабельная канализация и тип кабеля, который в ней прокладывается. На схеме указаны места размещения оптических муфт, а также метод прокладки кабеля. Из схемы можно заметить, что в некоторых домах, состоящих из нескольких корпусов, используется прокладка кабеля по техническому этажу здания методом его подвеса. Такое решение принято для экономичности проекта, так как не требует дополнительного кабельного ввода в здание, что существенно удешевляет проект.

Использование кольцевой топологии сети на уровне агрегации приводит к необходимости резервирования нескольких оптических волокон. Использование оптических каналов передачи позволяет обеспечить скорость передачи информации между сетевыми узлами порядка 1 Гбит/с на уровне агрегации и 40 Гбит/с на транспортном уровне.

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			38



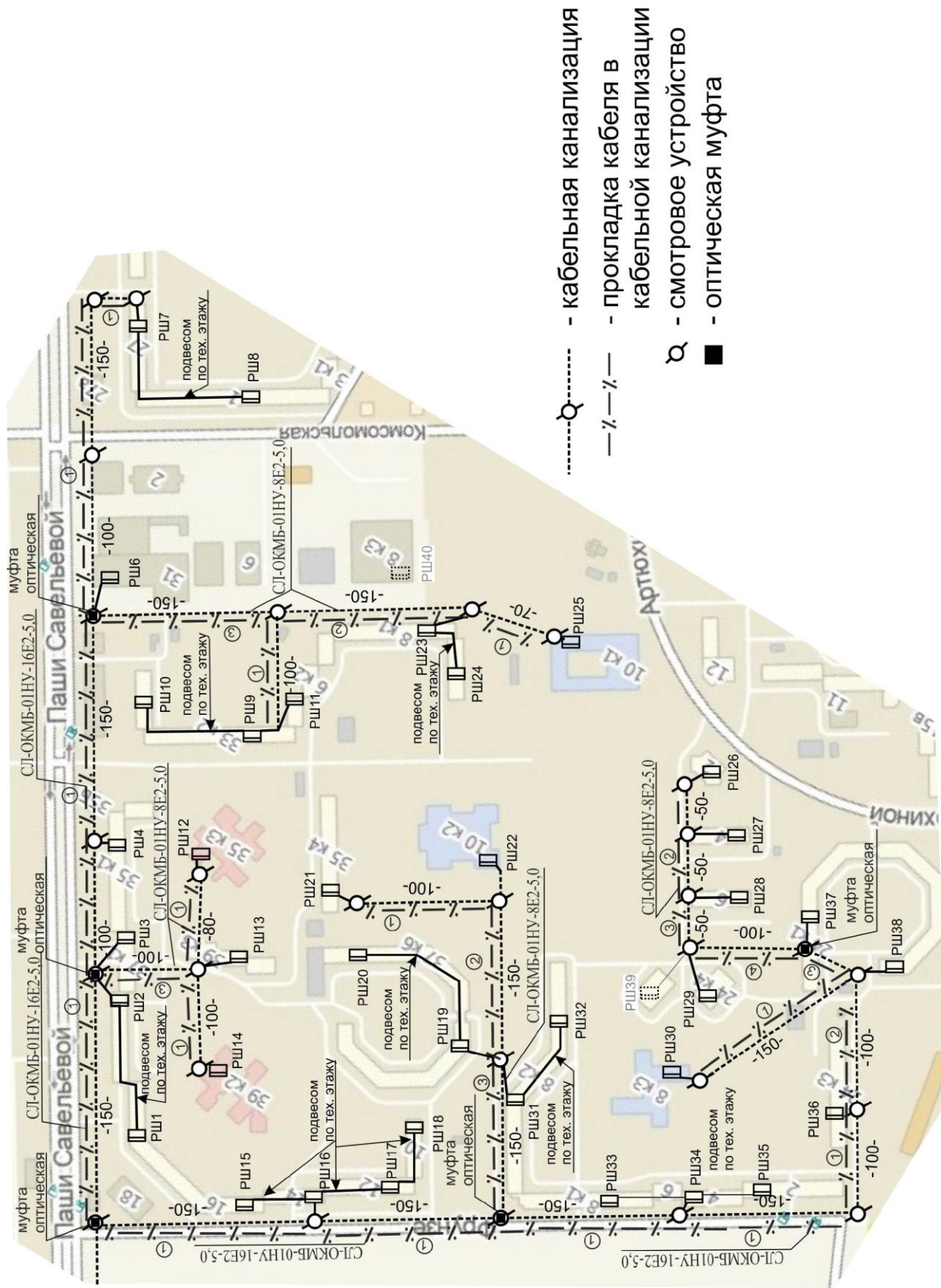


Рисунок. 4.1. 1 трасса прокладки кабеля.

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

11070006.11.03.02.114 ПЗВКР

## 5 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

При проектировании сети связи микрорайона Октябрьский города Каменск-Уральский оборудование выбиралось исходя из таких параметров, как пропускная способность, совместимость с выбранными технологиями и наличие интерфейсов обеспечивающих подключение кабелей связи. Опираясь на эти параметры было выбрано оборудование компании ZyXel, так как оно полностью удовлетворяет нагрузке на узлах связи и имеет приемлемую цену (капитальные затраты будут рассмотрены в следующих главах).

### 5.1 Коммутатор ядра сети

Коммутатор L3+ Gigabit Ethernet с 48 SFP-слотами и 2 слотами расширения 10G.

Коммутатор XGS4700-48F обеспечивает агрегацию трафика и построение ядра корпоративной или операторской сети на скоростях 10G Ethernet. XGS4700-48F оснащен 48 гигабитными SFP-интерфейсами и двумя слотами для установки модулей с 2-мя медными или оптическими интерфейсами 10G. Максимально 4 интерфейса 10G могут быть одновременно задействованы для магистральных каналов связи.

Коммутирующая матрица имеет пропускную способность 192 Гбит/с и реализует маршрутизацию и коммутацию на полной скорости интерфейсов на всех портах.

Высокая производительность обеспечивает непосредственное подключение серверов к коммутатору для передачи большого объема трафика для пользователей или организацию магистральных каналов сети предприятия.

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			40

Коммутация уровня L3+ для IPv4 и IPv6 протоколов, расширенная поддержка многоадресных рассылок IGMP IPv4, MLD IPv6, включая мультикаст-маршрутизацию DVMRP, классы обслуживания (DiffServ), поддержка протокола sFlow для мониторинга трафика, многоуровневое резервирование и высокая производительность позволяют построить широкополосную сеть для передачи видео, голоса, данных и обеспечения бесперебойной работы критичных приложений.

Коммутатор имеет два слота для установки источников питания AC или DC с резервированием и один штатный источник питания AC 220V установлен в коммутаторе. При необходимости его можно заменить в режиме горячей замены.

### **Основные преимущества**

- Возможность организации высокопроизводительного 10G кольца из нескольких коммутаторов для увеличения емкости портов по мере роста сети
- Возможность двойного тегирования Selective QinQ для разделения сервисов в операторской сети, к примеру для предоставления доступа юридическим и физическим лицам
- Общая высокая надежность сети гарантируется резервированием коммутаторов (VRRP), магистралей (транки, STP, RSTP, MSTP, MRSTP) и источников питания (вариации AC-AC, AC-DC, DC-DC)
- Контроль всех пользовательский подключений к сети посредством Port Security, IP Source Guard и блокировка несанкционированных подключений с подменой MAC- и IP-адреса для защиты сети от кражи информации и отказа в обслуживании
- Коммутатор предлагает набор команд, сходный с используемым в Cisco IOS, защищенное управление по протоколам SSH v1/v2 и SSL/TLS и внесетевое (out-of-band) – по интерфейсам RS-232 и Fast Ethernet, текстовые файлы конфигурации, iStacking и гибкие возможности централизованного

управления с разграничением прав доступа для администраторов. Для мониторинга линий можно воспользоваться протоколом 802.3ah OAM (Operations, Administration & Management), осуществляющим проверку состояния Ethernet-каналов непосредственно на втором уровне, без использования традиционных запросов ICMP и SNMP. Все это создает дополнительные удобства для интернет-провайдеров и системных администраторов, имеющих единый центр управления сетью, и значительно увеличивает оперативность предоставления услуг

- Разграничение прав доступа администраторов с аутентификацией на RADIUS\Tacas+ – сервере создают уровни ответственности при изменении конфигурации и мониторинга, а также предотвратят внесение несанкционированных изменений в настройки

#### **Рекомендации к применению**

- На уровне ядра и агрегации в корпоративной сети с подключением коммутаторов доступа по оптическим или медным SFP-трансиверам;
  - Для объединения удаленных офисов и хранилищ данных по магистральным 10G интерфейсам;
  - Для расширения существующей сети с организацией высокопроизводительного стека внутри одного сегмента сети.

### **5.2 Коммутатор уровня агрегации**

MGS-3712F - 12-портовый управляемый коммутатор L2+ Metro Gigabit Ethernet с 12 SFP-слотами из которых 4 совмещены с разъемами RJ-45

#### **Описание**

MGS-3712 и MGS-3712F – управляемые коммутаторы Metro Ethernet для применения на уровне агрегации распределенных сетей операторов связи и Интернет провайдеров. Коммутатор MGS-3712 имеет 12 медных портов

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			42

1000BASE-T, из которых 4 совмещены с SFP-слотами и наоборот, коммутатор MGS-3712F имеет 12 SFP-слотов из которых 4 совмещены с медными портами 1000BASE-T. Коммутаторы имеют гибкий выбор напряжений питания (220 вольт AC, 48 или 12 вольт DC), расширенный диапазон рабочих температур (от 0 до 65 оС), съемный фильтр для защиты от пыли и автоматический контроль скорости вращения вентиляторов. Порты, выключатели и контактные группы коммутаторов размещены на передней панели, что обеспечивает быстрый и удобный доступ, установку и обслуживание в ограниченном пространстве монтажных шкафов. Встроенный блок сигнализации обеспечивает централизованный контроль критичных параметров и локальных событий, например, открытия дверцы коммутационного шкафа.

#### **Основные преимущества**

- Два встроенных блока питания AC и DC обеспечивают резервирование питания и непрерывную работу коммутатора при выходе из строя одного из блоков питания;
  - Сквозной мониторинг каналов и соединений операторской сети на втором уровне (EFM 802.3ah OAM, 802.3ag CFM);
  - Поддержка 2048 статических VLAN для преднастройки пользовательских профилей;
  - Неблокируемая архитектура обеспечивает обработку трафика на полной скорости интерфейсов;
  - Широкий набор протоколов связующего дерева RSTP, MSTP, MRSTP;
  - Одновременная обработка двух маркеров виртуальных локальных сетей QinQ – внутреннего, на уровне LAN (до 4094 виртуальных локальных сетей, максимально возможное число VLAN по стандарту 802.1Q), и внешнего, используемого на уровне региональной сети, позволяет

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			43

обойти традиционные ограничения на число виртуальных сетей и предложить корпоративным пользователям высокоскоростные услуги L2 VPN. Функция Selective QinQ реализует анализ трафика на уровне отдельных портов коммутатора и его разнесение по отдельным VLAN и гарантирует защищенное предоставление широкополосных услуг связи домашним и корпоративным абонентам;

- Сетевая ОС ZyNOS и отличный опыт эксплуатации в крупных операторских сетях.

#### **Рекомендации к применению**

- Для объединения групп серверов в центрах обработки данных;
- Для агрегации и коммутации трафика на локальных и распределенных магистралях;
- Для агрегации трафика в операторских сетях на расстояниях до 80 км.

### **5.3 Коммутатор уровня доступа**

ES-2024PWR - 24-портовый управляемый PoE-коммутатор Fast Ethernet с 2 портами Gigabit Ethernet совмещенными с SFP-слотами

#### **Описание**

ES-2024PWR – это управляемый коммутатор второго уровня с 24 портами 10/100 Мбит/с Ethernet и двумя портами Gigabit Ethernet для подключения к магистрали, совмещенными со слотами для оптических SFP-трансиверов. Применение современной элементной базы и специальные меры по обеспечению естественного теплообмена позволили отказаться от использования активной вентиляции, и сделать коммутатор практически бесшумным, одновременно повысив его надежность. Порты Gigabit Ethernet и слоты для SFP-модулей совмещены и не могут использоваться одновременно.

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			44

Коммутатор ES-2024PWR поддерживает одновременную работу до 12 портов Fast Ethernet в режиме PoE для передачи данных и питания, например, для беспроводных точек доступа и настольных IP-телефонов.

Поддержка протоколов 802.1x и 802.1p, возможность регулирования полосы пропускания по каждому из портов, оптические и медные магистральные интерфейсы Gigabit Ethernet и пониженное энергопотребление и уровень шума делают этот коммутатор оптимальным средством при построении Ethernet-сетей в бизнес-комплексах, корпоративных и городских Ethernet-сетях.

### **Основные преимущества**

- Высокая производительность коммутационной матрицы и приоритезация трафика с 4 очередями приоритетов для неблокируемого продвижения пакетов на полной скорости интерфейса и обеспечения гарантированного качества мультимедийных услуг;
- Доступная мощность для PoE технологии равна 185 Вт, что позволяет подключить до 11 устройств с максимальной мощностью 15.4 Вт по стандарту 802.3af, либо все 24 порта с суммарной мощностью не превышающей бюджет мощности. Для подключения доступны любые access порты коммутатора с 1 по 24;
- Два слота SFP для подключения к оптическим магистралям Gigabit Ethernet, совмещенные с портами RJ-45 и поддержка протоколов STP, RSTP (802.1w) и 802.3ad для эффективной и надежной работы в современных распределенных Ethernet-сетях;
- Широкие возможности фильтрации MAC-адресов и изолирования трафика абонентов для эффективной работы в коммерческих Ethernet-сетях и повышения уровня защиты данных и обеспечения сетевой безопасности. Вместе с поддержкой протокола 802.1x это позволяет

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			45

реализовать надежную динамическую аутентификацию и авторизацию пользователей;

- Возможность ограничения скорости передачи данных по портам с шагом 64 Кбит/с позволяет реализовать необходимое качество обслуживания и предлагать разные тарифные планы;
- Возможность объединения в кластер, управляемый по одному IP-адресу, до 24 устройств ES-2024 или иных коммутаторов ZyXEL для простоты управления и экономии адресного пространства (iStacking);
- Гибкие возможности управления и диагностики. Поддержка SNMP v2c, Web, Telnet, локальная управляющая консоль, зеркалирование портов, возможность сохранения и модификации текстовых конфигураций, возможность использования набора команд, аналогичного используемому в Cisco IOS позволяют значительно сократить затраты времени и иных ресурсов на поддержание и развитие корпоративной или операторской сети передачи данных.

#### **Рекомендации к применению**

- В корпоративных и операторских Ethernet-сетях (в том числе распределенных с расстоянием между подключаемыми объектами до 80 км);
- В офисных комплексах для подключения к Интернету и надежного разделения трафиков арендаторов и групп пользователей;
- В интеллектуальных зданиях. Большая плотность портов и возможность разделения трафиков разных групп устройств по разным виртуальным локальным сетям (VLAN) обеспечивают надежную защиту данных.

Исходя из рассмотренного выше описания оборудования все компоненты проектируемой мультисервисной сети полностью подходят друг другу по поддерживаемым технологиям и протоколам, по типу и количеству соединительных интерфейсов, а так же максимальной пропускной

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			46



способности. Отдельно следует отметить, что коммутаторы доступа поддерживают технологию PoE, что дает возможность не строить дополнительную сеть питания для периферийного оборудования (IP камеры и контроллеры телеметрии).

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			47

## 6 ВЫБОР КАБЕЛЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРУЕМОЙ СЕТИ СВЯЗИ

Для построения мультисервисной сети необходимо последовательно соединить центральную АТС с 2 транспортными коммутаторами, которые в свою очередь должны быть соединены с 31 коммутаторам агрегации оптическим кабелем связи с учетом резервирования. Прокладка кабеля будет осуществляться по существующей кабельной канализации.

В данном проекте для реализации оптических каналов связи предложен оптический кабель СЛ-ОКМБ-01НУ-8Е2-5,0.

Стоимость: от 26,70 руб/м

Бронированный оптический кабель СЛ-ОКМБ: количество волокон от 1 до 12, кабель малогабаритный, высокопрочный, гибкий.

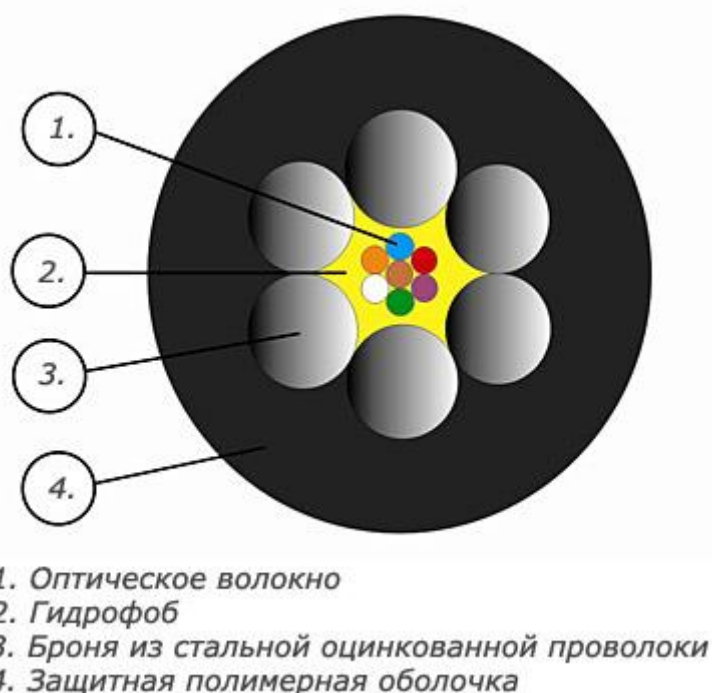


Рисунок 6.1 - Оптический кабель СЛ-ОКМБ-01НУ-8Е2-5,0

Основные параметры кабеля:

- диаметр кабеля 4,6 мм;
- броня 3,4 мм;
- растягивающее усилие 5 кН;
- количество волокон  $8 = 9,5/125$ (одномод);
- масса 1 км кабеля ~ 32 кг;
- радиус изгиба 30 - 80 мм;
- защита от грызунов – стальная оцинкованная проволока;
- оболочка из материалов, не поддерживающих горение.

Назначение:

СЛ-ОКМБ-01: Прокладка как снаружи, так и внутри зданий и помещений (стойкий к грызунам); в кабельной канализации; для подвески на опорах связи, прокладка при расстоянии между опорами менее 75 м; в грунт; везде, где есть ограничение по диаметру кабеля, радиусу изгиба и при этом требуется защита от грызунов и вандалов.

5 конкурентных преимуществ оптоволоконного кабеля СЛ-ОКМБ (до 12 волокон):

- Вдвое меньший диаметр бронированного кабеля по сравнению с аналогами (диаметр 4-х волоконного кабеля – 4 мм);
- До 5 раз меньший бронированных аналогов вес кабеля (1 км 4-х волоконного кабеля весит 28 кг);
- Наименьший радиус изгиба среди аналогов - от 30 мм;
- Высокая прочность на раздавливание (5000- 10000 Н/10см);
- Широкий рабочий температурный режим (от - 60°С до +70°С).

Все эти преимущества дают возможность использовать бронированный кабель там, где обычно прокладывают небронированные конструкции. А это в свою очередь делает ВОЛС надежнее. Если конструкции менее защищены, то компания тратит деньги на ремонт, замену и т.п. в случае выхода из строя. Если поставить более защищенный кабель, то этих трат можно избежать.

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			49

Также только кабель компании «Старлинк» соответствует необходимым температурным условиям.

Для подключения непосредственно абонентов к проектируемой сети предлагается использовать кабель типа UTP (витая пара).

UTP4 NETLAN Cat 5e внутренний



**Рисунок 6.2- UTP4 NETLAN Cat 5e**

Кабель выполнен в неэкранированном исполнении со сплошным медным проводниками и применяется для использования в приложениях с пропускной способностью до 1 Гбит/с. Данный кабель является экономичным решением, при этом полностью соответствует стандартам.

Кабель поставляется в коробках по 305м

Характеристики:

- Соответствует стандартам ANSI/TIA/EIA-568B.2;
- Класс пожарной безопасности IEC60332-1 (CM);
- Кабель соответствует стандарту пожарной безопасности UL 1581 VW-1;
- Неэкранированный медный кабель, 4 пары, категория 5e, одножильный;
- Кабель подходит для использования внутри помещений;

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			50

- Проводящий материал: проволока из мягкой отожженной электролитической меди;
- Изоляция жил: полиэтилен высокой плотности;
- Внешняя оболочка: ПВХ (поливинилхлорид);
- Диаметр проводника (жилы): 0,48 мм (24 AWG);
- Диаметр проводника с оболочкой:  $0,9 \pm 0,02$  мм;
- Внешний диаметр (размер) кабеля:  $5,1 \pm 0,2$  мм;
- Толщина внешней оболочки: 0,4 мм;
- Минимальный радиус изгиба: 4 внешних диаметра кабеля;
- Усилие на разрыв рипкорда: 10 кг;
- Удлинение жилы: не менее 14%;
- Растягивающее усилие: 92 Н;
- Прочность на разрыв: 400 Н;
- Температура прокладки:  $-5^{\circ}\text{C} - +50^{\circ}\text{C}$ ;
- Рабочая температура:  $-20^{\circ}\text{C} - +75^{\circ}\text{C}$ ;
- Вес 1 км кабеля: 32 кг;

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			51

## 7 РАСЧЕТ ОБЪЕМА ОБОРУДОВАНИЯ И ЛИНЕЙНО-КАБЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Из рассмотренных выше глав и данных о топологии сети, нагрузке на её узлах можно подвести следующий итог, сведенный в таблицу, в которой показано необходимое количество оборудования, длина кабелей, количество муфт и ТД.

**Таблица 7.1 – Необходимое количество оборудования**

№	Наименование	Количество
1	Коммутатор ядра сети XGS4700 - 48F	2 ШТ
2	Коммутатор Агрегации MGS-3712F	27 ШТ
3	Блок питания для коммутаторов ядра и агрегации BPS-120	29 ШТ
4	Стойки для коммутаторов.	27 ШТ
5	Блоки питания для коммутаторов агрегации BPS-120	27 ШТ
6	Коммутатор доступа ES-2024PWR	270 ШТ
7	Сервер AAA, FTP, Web, управления	1 ШТ
8	Кондиционер	1 ШТ
9	Кабель оптический СЛ-ОКМБ-01НУ-16Е2-5,0 (2 км)	1 ШТ
10	Кабель оптический СЛ-ОКМБ-01НУ-8Е2-5,0 (8 км)	2 ШТ
11	Кабель UTP cat 5e 305м	33 ШТ
12	Муфта оптическая	40ШТ
13	FireWall ZyWall USG300	2 ШТ
14	Голосовой шлюз X8005	1 ШТ
15	Система управления Ethernet-коммутаторами NetAtlas	1 ШТ

В таблице 7.1 представлены данные по оборудованию и кабелям связи необходимых для построения мультисервисной сети связи. Кроме эксплуатационного оборудования при построении сети связи необходимо учитывать монтажное оборудование.

## 8 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ СЕТИ

Оборудование ядра мультисервисной сети, серверы, а так же блоки питания, обеспечивающие их работу, будут располагаться в здании существующей АТС.

Коммутаторы агрегации располагаются на технических этажах зданий, в соответствии с расчетом – один коммутатор на несколько домов (в зависимости от высоты дома и количества подъездов). Располагать необходимо таким образом, чтобы максимально возможно защитить их от посторонних лиц. При выборе места расположения оборудования необходимо согласовать вопросы расположения и подключения с соответствующими инстанциями (электрик, техник и т.д.). Коммутаторы уровня доступа располагаются в помещениях технических этажей в металлических антивандальных ящиках. В пятиэтажных домах, не имеющих технических этажей, антивандальные ящики размещаются на лестничных маршах и площадках верхних этажей. Технический этаж должен закрываться на замок, доступ к нему должен иметь только технический персонал. Коммутатор располагается вблизи с электрическими розетками.

Коммутаторы на этажах располагаются так, чтобы сократить максимальную длину кабеля от коммутатора к абоненту. При этом необходимо предусмотреть расположение коммутатора вблизи розетки, для обеспечения питания. 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.

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

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			53

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.

Трубы для прокладки ВОЛС обычно используются в населенных пунктах, где прокладка оптоволоконного кабеля вне зданий и сооружений обычно осуществляется в телефонной канализации. Как правило, последняя состоит из отдельных блоков (это могут быть бетонные, асбестоцементные или пластмассовые трубы круглого сечения с внутренним диаметром 100 мм) на глубине от 0,4-1,5 метра, герметично состыкованных между собой. Массово применявшиеся еще недавно бетонные трубы изготавливались прямоугольной формы с круглыми каналами метровой длины и диаметром 100 мм. Такие тубы изготавливались одно-, двух-, трехотверстными, до 12 отверстий (каналов) включительно.

Для прокладки ВОЛС используются и асбестоцементные безнапорные трубы, из которых построена большая часть канализации связи. Они имеют как положительные, так и отрицательные стороны. К преимуществам таких труб для прокладки ВОЛС можно отнести следующие: они не подвержены коррозии и гниению, не склонны к обрастанию, обладают низкой теплопроводностью и большой прочностью, к тому же намного дешевле продукции из другого материала. Недостатком считаются острые кромки и шероховатая внутренняя поверхность, что может привести к повреждению изоляции кабеля при его монтаже в канализацию.

Поэтому в последнее время наибольшую популярность для прокладки ВОЛС приобрели защитные полиэтиленовые трубы (ЗПТ), являющиеся

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			54



сегодня основным способом прокладки кабеля в Европе.



**Рисунок 8.1 – Защитные полиэтиленовые трубы**

ЗПТ представляет собой современную альтернативу привычной асбестоцементной трубе кабельной канализации. ЗПТ можно применять для повышения емкости традиционной кабельной канализации наряду с приданием ей новых возможностей за счет прокладки трубы в каналы существующей кабельной канализации. Применимы ЗПТ и для прокладки прямо в грунт, где такие трубы практически выполняют функции междугородной кабельной канализации. Более того, ЗПТ способны защитить оптоволоконный кабель и при пересечении водных преград.

ЗПТ – это труба диаметром 25-63 мм из полиэтилена высокой плотности. Её строительная длина в среднем составляет 2 км. На ее внутреннюю поверхность нанесено антифрикционное покрытие, снижающее коэффициент трения примерно вдвое по сравнению с поверхностью из обычных композиций полиэтилена. Это позволяет производить монтаж кабеля как привычным способом при помощи УЗК, так и при помощи пневматических технологий. Срок службы защитной полиэтиленовой трубы для прокладки ВОЛС составляет не менее 50 лет, современные производители выпускают ЗПТ длиной 200-4000 м. Поставляются такие трубы на

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			55

специальных барабанах или бухтах. При монтаже ЗПТ применяются специальные муфты (электросварные, механические), обеспечивающие герметичность трубопровода.

Прокладка ЗПТ, предназначенной для прокладки ВОЛС, выполняется по обычной технологии прокладки кабелей связи (в траншею, кабелеукладчиками, при помощи технологии горизонтально направленного бурения). При сооружении оптоволоконных линий передачи применение ЗПТ весьма эффективно. Ведь после однократного выполнения прокладки нескольких каналов ЗПТ можно проводить последующую прокладку оптоволоконного кабеля в резервные каналы ЗПТ либо по мере необходимости заменять такой кабель, не поводя земляные работы.

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			56

## 9 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

Одной из важнейшей составляющей любого технического проекта является оценка его экономической целесообразности и необходимости. Опираясь на основные экономические показатели можно оценить адекватность принятых проектных решений, а так же оценить возможности реализации проекта. В данной главе будет представлен расчет капитальных затрат на построение мультисервисной сети, а так же расчет годовых эксплуатационных расходов на поддержание мультисервисной сети связи.

### 9.1 Оценка капитальных вложений в проект

Целью технико-экономического обоснования проекта является анализ его с точки зрения эффективности инвестиционных вложений. Для этого чтобы дать оценку проекта по технико-экономическим показателям необходимо решить следующие задачи:

- 1) Рассчитать капитальные вложения;
- 2) Рассчитать предполагаемые доходы;

К капитальным вложениям относятся все затраты вносимые на первоначальном этапе строительства сети и имеющие единовременный характер. Для определения капитальных вложений составляется смета затрат на используемое оборудование, линейно-кабельные сооружения и материалы составляющие инвестиции в проект. Расчет капитальных вложений в оборудование и материалы представлен в таблице 9.1. Она включает в себя все оборудование, использованное в дипломном проекте.

Инвестиции в оборудование по проекту и на ввод оборудования в эксплуатацию складываются из следующих составляющих:

- 1) стоимость установка и монтаж оборудования;

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			57

- 2) стоимость, прокладка и монтаж кабеля;
- 3) транспортные расходы (тара и упаковка, таможенные расходы);
- 4) прочие непредвиденные расходы.

Затраты на приобретение и монтаж стационарного оборудования, а также стоимость волоконно-оптического кабеля определяются на контрактной и договорной основе с заказчиком и подрядчиком, что является коммерческой тайной предприятия, поэтому используются ориентировочные цены; расчет капитальных вложений на оборудование и строительномонтажные работы; размещение оборудования производится на существующих площадях, поэтому затраты на строительство новых зданий не предусмотрены.

**Таблица 9.1 – Капитальные вложения в оборудование и материалы**

№	Наименование	Кол-во	Стоимость единицы (руб.)	Всего затрат (руб.)
1	2	3	4	5
1	Коммутатор Zyxel XGS-4728F [17]	2 шт.	148 471	296 942
2	Коммутатор Zyxel MGS-3712 [17]	27 шт.	39200	1 058 400
3	Коммутатор Zyxel ES-1100-24E [17]	270 шт.	2680	723 600
4	Сервер DEPO Storm 2350Q1	4 шт.	56745	226 980
7	FireWall ZyWall USG-300 [17]	2 шт.	92650	185 300
8	Шлюз VOIP X8004 [17]	1 шт.	160 500	160 500
10	Система бесперебойного питания UPS CyberPower Value 600E	1шт.	23077	23077
11	Антивандальный шкаф.	270 шт	3000	810 000
12	ПО Базы данных	1шт	85000	85000
13	ПО для сервера биллинга	1шт	257 000	257 000

Продолжение таблицы 9.1

1	2	3	4	5
14	ПО для медиа-сервера	1шт	46 000	46 000
15	ПО для ftp и web сервера	1шт	30 000	30 000
16	Аренда ТВ каналов у провайдера IPTV	100шт	3500	350000
17	Лицензия на телематические услуги	1шт	500 000	500 000
18	Стойки для коммутаторов.	2шт	10000	20 000
19	Стойки для установки оборудования.	1шт	11385	11 385
20	Кондиционер DANTEX RK-09SE G/GE	1шт.	13500	13500
21	Оптические коннекторы SFP-100TX	30	4 400	132 000
22	Муфты для соединения оптических кабелей	4 шт.	2 625	10 500
23	Кабель СЛ-ОКМБ-01НУ-16Е2-5,0	2 км.	32	64 000
24	Кабель СЛ-ОКМБ-01НУ-8Е2-5,0	8 км.	14	112 000
25	Кабель UTP cat 5e. 1букта по 350м.	76 км.	4000	304 000
26	Коннекторы RG-45	6000 шт.	2	12 000
ИТОГО				5 432 184

Стоимость укладки кабеля вычислялось согласно прайсу компании AllLines [23].

Стоимость прокладки кабеля рассчитывается как вся длина кабеля умноженная на метр работ прокладки:  $6000 \text{ м} * 200\text{р} = 1\,200\,000$  рублей.

Транспортные расходы, включающие расходы на таможенную процедуру примерно 4% от общей суммы, 217 287,36 рублей.

Расходы на тару и упаковку, 0,5% от общей стоимости оборудования: 27 160,92 рублей.

Заготовительно - складские расходы, 1,2% от общей стоимости оборудования: 65 186,208 рублей.

Другие непредвиденные расходы, 3% от общей стоимости оборудования: 162965,52 рублей.

Общие капитальные вложения будут равны сумме всех затрат:

Проведенные расчеты показали, что затраты на построение сети составляют порядка 7 104 786 руб.

## **9.2 Калькуляция эксплуатационных расходов**

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

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

Для определения эксплуатационных расходов по проекту используем следующие статьи:

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

### **Расходы на оплату труда**

Для вычисления годового фонда заработной платы необходимо выполнить следующее:

- определить численность штата производственного персонала;
- рекомендуемый состав персонала по обслуживанию станционного оборудования. Данные результаты приведен в таблицах 9.2 и 9.3.

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			60

**Таблица 9.2 – Состав персонала по обслуживанию станционного оборудования**

Наименование должности	Оклад	Количество, чел.	Сумма з/пл, руб.
Инженер-Администратор настройщик сети	23000	1	23000
Электромонтер-монтажник	16000	1	16000
Итого		2	39000

**Таблица 9.3 - Состав персонала по обслуживанию линейного тракта**

Наименование должности	Оклад	Количество, чел.	Сумма з/пл, руб.
Кабельщик - спайщик	16000	1	16000
Инженер-Настройщики оборудования	11000	1	11000
Итого		2	27000

Годовой фонд оплаты труда составит:

1) Для станционного персонала.

$$\text{ФОТ}_{\text{Год}} = \text{СЗП} * 12 * 1,27 = 39000 * 12 * 1,27 = 594\,360 \text{ руб.},$$

(9.1)

Где: 1,27 - размер премии (27 %);

2) Для линейного персонала

$$\text{ФОТ}_{\text{Год}} = \text{СЗП} * 12 * 1,25 = 27\,000 * 12 * 1,25 = 405\,000 \text{ руб.},$$

(9.2)

Где: 1,25 - размер премии (25 %);

СЗП – средняя заработная плата штата (средний оклад всего персонала в месяц); Общий годовой фонд оплаты труда составит:

$$\text{ФОТ} = 594\,360 + 405\,000 = 999\,360 \text{ руб.}$$

## Страховые взносы

Каждое предприятие обязано выплачивать налоги на каждого своего сотрудника, ранее этот налог назывался Единый социальный налог, но с 1 января 2010 года единый социальный налог (ЕСН) был заменён **страховыми взносами**, а его ставка повышена. Ранее ЕСН составлял лишь 26%, затем он был резко увеличен до 34%. На сегодняшний день (2018 год) этот показатель составляет порядка 30% от заработной платы.

$$СВ = 0,3 * ФОТ_{\text{Год}} = 0.3 * 999\,360 = 299\,808 \text{ руб.}, \quad (9.3)$$

## Амортизационные отчисления

Под амортизацией понимается процесс постепенного возмещения стоимости основных фондов, в целях накопления средств для реконструкции и приобретения основных средств. Самым распространенным способом оценки амортизации является учет амортизации, составленный исходя из общего срока службы основных фондов, в этом случае:

$$АО = T / F, \text{ руб}$$

где Т – стоимость оборудования, F – срок службы этого оборудования.

$$АО_{\text{Год}} = 5\,432\,184 / 5 = 1\,086\,432 \text{ руб.},$$

(9.4)

## Материальные затраты

Рассматривая материальные затраты необходимо отметить, что величина материальных затрат складывается из оплаты за электроэнергию для производственных нужд, оплата материалов, запасных частей и др. Данные составляющие материальных затрат можно определить следующим образом:

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

$$З_{ЭН} = T * 24 * 365 * P, \quad (9.5)$$

где Т- 2.8 руб./кВт час - тариф на электроэнергию.

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			62



$P = 7$  кВт - мощность установок. Тогда, затраты на электроэнергию составят

$$Z_{Эн} = 2.8 * 24 * 365 * 7 = 236\,532 \text{ руб.}, \quad (9.6)$$

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

В итоге материальные затраты составляют:

$$Z_M = 11\,298\,160 * 0,035 = 395\,443,4 \text{ руб.}, \quad (9.7)$$

Таким образом, общие материальные затраты равны

$$Z_{общ} = Z_{Эн} + Z_M = 236\,532 + 395\,443,4 = 631\,963,4 \text{ руб.}, \quad (9.8)$$

### Прочие расходы

Прочие расходы предусматривают общие производственные и эксплуатационно-хозяйственные затраты:

$$Z_{прч} = 0,05 * \text{ФОТ} = 999\,360 * 0,05 = 52\,952 \text{ руб.}, \quad (9.9)$$

**Таблица 9.4 - Результаты расчета годовых эксплуатационных расходов**

	Вид затрат	Стоимость затрат, руб.
1.	ФОТ	999 360
2.	Страховые взносы	299808
3.	Амортизационные отчисления	776 026
4.	Материальные затраты	631 963,4
5.	Прочие расходы	52 952
6.	Выплаты провайдеру Internet	1 500 000
7.	Выплата провайдеру IPTV (20 тыс. за 1 канал)	2 000 000
	Итого:	6 260 109

### 9.3 Определение тарифных доходов

Тарифные доходы делятся на: разовые доходы (подключение абонентов) и текущие доходы (абонентская плата).

В данном проекте предусматривается, что сначала подключиться 1408 абонентов. Считается, что в каждой квартире подключают какую-либо услугу. Поэтому доходы от подключения физических лиц вычисляются для

всего количества абонентов. Расчеты тарифных доходов на подключение новых абонентов представлены в таблице 9.5.

**Таблица 9.5 — Доходы от подключения новых абонентов по годам**

год	Наименование	Стоимость подключения, руб.	Количество абонентов	Доход от подключения новых абонентов, тыс.руб.
1	Подключение физических лиц	250 + кабель	1 408	352 000
	Подключение юр. лиц	750	62	46 500
Итого:				398 500
2	Подключение физических лиц	250 + кабель	308	77 000
	Подключение юр. лиц	750	12	9000
Итого:				86 000
3	Подключение физических лиц	250 + кабель	352	88 000
	Подключение юр. лиц	750	9	6 750
Итого:				94 750
4	Подключение физических лиц	250 + кабель	264	66 000
	Подключение юр. лиц	750	8	6000
Итого:				72 000
5	Подключение физических лиц	250 + кабель	308	77 000
	Подключение юр. лиц	750	7	5250
Итого:				82250

Доход от подключения абонентов составит 537 500 руб.

Учитывая конкуренцию среди провайдеров, то в первый год подключаться всего примерно 26% абонентов (1408 аб.) от общего

количества (5400 аб.). Затем в течение следующих 5 лет подключаться еще 30%. Динамика подключений абонентов по годам представлена в таблице 9.5.

Рассчитаем текущие доходы, т.е. доходы от абонентской платы за предоставляемые услуги. Расчет текущих расходов представлен в таблице 9.6

**Таблица 9.6 -Доходы от абонентской платы за предоставляемые у слуги (для первого года)**

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.	Количество абонентов	Доход, руб./мес.
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
IP -телефония	100	700	70 000
IP –телефония для юр. лиц	250	60	15 000
Доступ к сети Интернет для Физических лиц	300	1320	396 000
Доступ к сети Интернет для Юридических лиц.	600	60	36 000
Цифровое телевидение для Физических лиц	250	500	125 000
TV по запросу для Физических лиц	200	200	40 000
TV по запросу для Юридических лиц	600	25	15 000
Итого:			697 000

$$\text{Доход}_{\text{год}} = 697\,000 * 12 = 8\,364\,000 \text{ руб.}, \quad (9.10)$$

Средний доход в год от одного абонента сети составит:

$$\text{СР}_{\text{дох}} = 8\,364\,000 / 1408 = 5940,3 \text{ руб.}, \quad (9.11)$$

Чистый доход рассчитывается следующим образом:

$$\text{ЧД}_{\text{год}} = 8\,652\,000 - 2\,760\,109 = 5\,891\,891 \text{ руб.}, \quad (9.12)$$

**Таблица 9.7 -Доходы от абонентской платы за предоставляемые услуги (для второго года):**

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.	Количество абонентов	Доход, руб./мес.
1	2	3	4
IP -телефония	100	780	78 000
IP –телефония для юр. лиц	250	63	15 750
Доступ к сети Интернет для Физических лиц	300	1600	480 000
Доступ к сети Интернет для Юридических лиц.	600	68	40 800
Цифровое телевидение для Физических лиц	250	540	135 000
TV по запросу для Физических лиц	200	240	48 000
TV по запросу для Юридических лиц	600	27	16 200
Итого:			813 750

$$\text{Дох}_{\text{год}} = 813\,750 * 12 = 9\,765\,000 \text{ руб.},$$

Средний доход в год от одного абонента сети составит:

$$\text{СРдох} = 9\,765\,000 / 1708 = 5717,2 \text{ руб.},$$

Чистый доход рассчитывается следующим образом:

$$\text{ЧД}_{\text{год}} = 9\,765\,000 - 2\,760\,109 = 7\,004\,891 \text{ руб.},$$

**Таблица 9.8 -Доходы от абонентской платы за предоставляемые услуги (для третьего года):**

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.	Количество абонентов	Доход, руб./мес.
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
IP -телефония	100	880	88 000
IP –телефония для юр. лиц	250	68	17 000
Доступ к сети Интернет для Физических лиц	300	1900	570 000
Доступ к сети Интернет для Юридических лиц.	600	75	45 000
Цифровое телевидение для Физических лиц	250	600	150 000
TV по запросу для Физических лиц	200	270	54 000
TV по запросу для Юридических лиц	600	28	16 800
<b>Итого:</b>			<b>940 800</b>

$$\text{Доход}_{\text{год}} = 940\,800 * 12 = 11\,289\,600 \text{ руб.},$$

Средний доход в год от одного абонента сети составит:

$$\text{СР}_{\text{дох}} = 11\,289\,600 / 2060 = 5480,6 \text{ руб.},$$

Чистый доход рассчитывается следующим образом:

$$\text{ЧД}_{\text{год}} = 9\,765\,000 - 2\,760\,109 = 8\,529\,491 \text{ руб.},$$

**Таблица 9.9 -Доходы от абонентской платы за предоставляемые услуги (для четвертого года):**

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.	Количество абонентов	Доход, руб./мес.
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
IP -телефония	100	970	97 000
IP –телефония для юр. лиц	250	65	16 250
Доступ к сети Интернет для Физических лиц	300	2230	669 000
Доступ к сети Интернет для Юридических лиц.	600	75	45 000
Цифровое телевидение для Физических лиц	250	630	157 500
TV по запросу для Физических лиц	200	289	57 800
TV по запросу для Юридических лиц	600	28	16 800
<b>Итого:</b>			<b>1 059 350</b>

$$\text{Доход}_{\text{год}} = 1\,059\,350 * 12 = 12\,712\,200 \text{ руб.},$$

Средний доход в год от одного абонента сети составит:

$$\text{СРдох} = 12\,712\,200 / 2230 = 5700,5 \text{ руб.},$$

Чистый доход рассчитывается следующим образом:

$$\text{ЧД}_{\text{год}} = 9\,765\,000 - 2\,760\,109 = 9\,952\,091 \text{ руб.},$$

**Таблица 9.10 - Доходы от абонентской платы за предоставляемые услуги (для пятого года):**

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.	Количество абонентов	Доход, руб./мес.
1	2	3	4
IP -телефония	100	1350	135 000
IP –телефония для юр. лиц	250	68	17 000
Доступ к сети Интернет для Физических лиц	300	2550	765 000
Доступ к сети Интернет для Юридических лиц.	600	75	45 000
Цифровое телевидение для Физических лиц	250	720	180 000
TV по запросу для Физических лиц	200	360	72 000
TV по запросу для Юридических лиц	600	28	16 800
Итого:			1 230 800

$$\text{Доход}_{\text{год}} = 1\,230\,800 * 12 = 14\,769\,600 \text{ руб.},$$

Средний доход в год от одного абонента сети составит:

$$\text{СРдох} = 14\,769\,600 / 2550 = 5792 \text{ руб.},$$

Чистый доход рассчитывается следующим образом:

$$\text{ЧД}_{\text{год}} = 14\,769\,600 - 2\,760\,109 = 12\,009\,491 \text{ руб.},$$

#### 9.4 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 (9.13):

$$NPV = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} - \sum_{n=1}^m \frac{IC_n}{(1+i)^{n-1}} \quad (9.13)$$

где PV – денежный доход, рассчитываемый по формуле (9.14); IC – отток денежных средств в начале n-го периода, рассчитываемый по формуле (9.15).

$$PV = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} \quad (9.14)$$

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

$$IC = \sum_{n=1}^m \frac{IC_n}{(1+i)^{n-1}} \quad (9.15)$$

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

В таблице 9.11 приведены расчеты NPV для проекта со следующими показателями: капитальные вложения - 7 104 786; ежегодные затраты 6 260 109 руб. ставка дисконта 15 %. Нулевым годом считается год реализации проекта. Параметр P показывает прибыль, полученную за некоторый год, без учета предыдущих лет.



Таблица 9.11 – Оценка экономических показателей проекта с учетом дисконта

Год	P	PV	I	IC	NPV
0	0	0	13364895	13 364 895	-13 364 895
1	8 762 500	7 619 565,2	6 260 109	18 808 468	-11 188 902,8
2	9 851 000	16 185 652,1	6 260 109	23 542 009,7	-7 356 357,6
3	11 384 350	26 085 086,8	6 260 109	27 658 132,9	-1 573 046,1
4	12 784 200	37 201 782,4	6 260 109	31 237 370,4	5 964 412
5	14 771 850	50 046 869,3	6 260 109	34 349 750,9	15 697 118,4

Как видно из приведенных в таблице 9.11 рассчитанных значений, проект окупиться на 4 году эксплуатации.

Точный срок окупаемости можно рассчитать по формуле:

$$PP = T + NPV_n / (|NPV_{n-1}| + NPV_n) \quad (9.16)$$

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.

$$PP = 4 + 5964412 / (|-1573046,1| + 5964412) = 4,79$$

$$PP = 4,79 \text{ (то есть 4 года и 9 месяцев)}$$

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

$$PI = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} / \sum_{n=1}^m \frac{IC_n}{(1+i)^{n-1}} \quad (9.17)$$

$$PI = 50046869,3 / 34349750,9 = 1,45$$

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 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:

$$IRR > i \quad (9.18)$$

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:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1) \quad (9.19)$$

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

$i_1 = 15$ , при котором  $NPV_1 = 5\,964\,412$  руб.;  $i_2 = 25$ , при котором  $NPV_2 = -424\,887$  руб.

$$IRR = 15 + \frac{5964412}{5964412 - (-424887)} (25 - 15) = 24.33$$

Тогда  $IRR = 24.33$

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			72

Таким образом, внутренняя норма доходности проекта составляет 24,33%, что больше цены капитала, которая рассматривается в качестве 15%., таким образом, проект следует принять. В случае если, IRR был бы  $< i$  проект бы был нецелесообразен для реализации.

**Таблица 9.8 – Техничко-экономические показатели проекта**

Наименование показателей	Значения показателей
Количество возможных абонентов сети	5400
Численность персонала по обслуживанию станционного оборудования, чел.	2
Численность персонала по обслуживанию линейно-кабельных сооружений, чел	2
Капитальные вложения, руб.	7 104 786
Ежегодные эксплуатационные расходы	6 260 109
Срок окупаемости, год	4 года 9 месяцев
Индекс рентабельности	45%
Внутренняя норма доходности	24,33 %

Как видно из показателей через 4 года и 9 месяцев данная сеть окупится и начнет приносить стабильную прибыль. Это обусловлено, прежде всего, большим количеством абонентов. Вторым ключевым фактором является выбор технологии FTTB, которая позволяет существенно снизить стоимость сети из расчета порт/на абонента.

# 10 ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА

*Сокращения и обозначения:*

АЛТ - аппаратура линейного тракта,

ВОЛП - линия передачи волоконно-оптическая,

ОК - оптический кабель,

СОР - соединитель оптический разъемный

ТО - техническое обслуживание,

## 10.1 Общие требования

В ВОЛП должны быть предусмотрены меры безопасности, в зависимости от уровня опасности оптического излучения. Производитель АЛТ ответственен за определение уровня опасности и за соблюдение производственных требований.

Если в ВОЛП произведены какие-либо изменения, которые могут повлиять на уровни опасности, то должна быть заново оценена степень опасности путем проведения испытаний и измерений, необходимых для подтверждения соблюдения производственных требований, и если уровень опасности изменился, то это необходимо указать, выполнив перемаркировку.

Производители АЛТ ответственны за оценку уровня опасности и за соблюдение всех производственных требований и правил безопасности.

## Конструкция ОК

В точках с уровнями опасности выше ЗА требования к ОК должны выполняться при помощи дополнительных механических мер защиты.

Во всех системах, в которых есть доступ к СОР, для их разъединения должен использоваться специальный инструмент, если степень опасности может превысить уровень опасности к х ЗА.

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			74

СОР должны размещаться так, чтобы препятствовать доступу человека в область с высоким уровнем опасности.

ОК должны иметь соответствующую маркировку, чтобы отличать их от кабелей другого назначения.

Каждый СОР должен быть отмечен трубкой, меткой или лентой, если степень опасности в месте его установки превышает 1-й уровень опасности. Трубка, метка или лента должны быть желтого цвета с биркой и указанием уровня опасности в соответствии с [30].

Группу СОР допускается маркировать ясно видимой биркой на месте опасного оптического излучения, а не индивидуальными бирками каждого СОР. Если группа СОР заключена внутри блока, то маркировка должна быть хорошо видна перед и после открывания панели крышки блока, что может потребовать использование более одной бирки.

## **10.2 Требования безопасности при выполнении работ по техническому обслуживанию в процессе эксплуатации ВОЛП**

Перед работами на любом ОК или АЛТ технический персонал должен проверить режим работы АЛТ и уровень опасности. В случае, если АЛТ смонтирована и включена, это будет обозначено предупреждающей маркировкой о соответствующем уровне опасности. Во время пуско-наладочных работ, когда эти меры не могут еще быть обеспечены, при их отсутствии следует руководствоваться мерами предупреждения, соответствующими классификации любого испытательного оборудования, содержащего оптический источник, подсоединяемый к 0В.

Технический персонал не должен непосредственно смотреть на любой торец 0В, по которому передается излучение, или торец соединителя в точках с уровнем опасности 3А, к х 3А или 3В. В точках с уровнем опасности 3А, к х 3А или 3В должны использоваться средства наблюдения с

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			75

соответствующим затуханием.

При производстве работ на открытых волокнах, СОР и т.д. оборудование ВОЛП или испытательное оборудование должно быть выключено, находиться в состоянии передачи малой мощности или отсоединено. В этом случае непреднамеренное включение должно предотвращаться с помощью переключателя дистанционного управления или с помощью другого подходящего метода. Состояние ВОЛП (питание включено или выключено) должно быть четко обозначено.

**Замена блоков, отключение разъемов и осмотр монтажа должны проводиться при отключенном напряжении питания**

Рабочее место и пол после разделки ОВ обработать пылесосом и затем протереть мокрой тряпкой. Отжим тряпки следует производить в плотных резиновых перчатках.

При измерении мощности оптического излучения на выходе передающих устройств присоединение измерителя мощности к СОР передающего устройства проводить при отключенном оптическом излучателе.

В оборудовании ВОЛП и в специализированных измерительных приборах оптические излучатели должны быть закрыты заглушками, если к ним не подключен ОК.

**Требования к применению средств защиты**

В точках, где во время эксплуатации или ТО могут иметь место уровни излучения выше уровней класса ЗА (например, при переключениях в точках с контролируемым доступом), должны быть обеспечены соответствующие меры защиты глаз.

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			76

## Требования к техническому персоналу

Только технический персонал, который прошел курс обучения по безопасности волоконно-оптических устройств, может быть допущен к работам на ВОЛП в точках с уровнями опасности к х ЗА и ЗВ.

Руководитель технического персонала, который проводит пуско-наладочные работы или ТО ВОЛП, должен разработать и утвердить соответствующую программу по контролю безопасности. Программа по безопасности и программа обучения должны вводиться для персонала, работающего на системах связи с уровнем опасности к х ЗА или ЗВ.

Программы должны включать, как минимум:

- общую информацию по ВОЛП;
- информацию по безопасности, касающуюся классификации лазеров и уровней опасности;
- руководство по безопасному использованию ВОЛП с лазерами и соответствующие меры безопасности.

### 10.3 Стадии контроля выполнения требований безопасности

Производители оборудования ВОЛП должны обеспечить эксплуатирующие организации:

- описанием технических особенностей конструкции системы, препятствующих доступу к опасным уровням оптического излучения;
- соответствующими инструкциями по монтажу, ТО и безопасному использованию с четким указанием мер предосторожности, чтобы избежать возможного влияния опасного излучения;

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			77

- указанием в единицах системы СИ мощности, распространяющейся по оптическому волокну во всех точках системы, где возможен доступ к оптическому излучению. Также должны быть указаны погрешность измерений и любые возможные изменения измеряемых величин за время жизни аппаратуры;

- данными о времени срабатывания системы автоматического гашения лазера;

- четкими копиями (соответствующих цветов или черно-белыми) необходимых знаков и предупреждений об опасности в точках доступа оптического излучения оборудования ВОЛП;

- перечнем регулировок, подстроек и процедур при эксплуатации и ТО, включая при необходимости предупреждения об опасности;

- указанием по безопасному выполнению процедур и предупреждением несанкционированного доступа;

- информацией, которая позволит эксплуатирующей организации в случаях, когда при установке и обслуживании отключается система автоматического гашения лазера, определить безопасные работы и процедуры при восстановлении и испытании этой системы автоматического снижения мощности;

- любой другой информацией о безопасном применении ВОЛП.

Степень опасности оборудования ВОЛП должна соответствовать уровню опасности 1, 2, 3А, k x 3А или 3В.

Во время пуско-наладочных работ или испытаний ОК должно использоваться только измерительное оборудование с лазером класса 1, 2 или 3А.

Барабаны с кабелем оптики, попадая на кабельную площадку проходят внешний осмотр на отсутствие повреждений. В случае если во время осмотра будут найдены серьезные повреждения, то будет необходимость в составлении акта с участием эксперта или необходимо участие представителя

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			78



подрядчика, и других заинтересованных компаний. В этих случаях необходимо пользоваться инструкциями о приеме и передачи продукции технического производства и товаров народного потребления по качеству и количеству, утвержденными постановлениями Госарбитража СССР № П-6 от 15.06.65 и № П-7 от 25.04.66 (с изменениями и дополнениями, внесенными постановлениями Госарбитража СССР № 81 от 29.12.73, № 98 от 14.11.74, № 115 от 23.07.75).

При выявлении незначительных повреждений, их необходимо устранить самостоятельно. Если отремонтировать барабан своими силами будет нельзя, то при уведомлении заказчика, кабель необходимо перемотать на исправный барабан. Нельзя перематывать кабель с барабана на барабан, который установлен на щеки. Во время перемотки необходимо проводить визуальный контроль наружной кабельной оболочки.

Наличие заводских паспортов, соответствие маркировки строительной длины, отсутствие вмятин проверяют после вскрытия обшивки барабана. В паспорте кабеля должна быть указана длина, тип оптического волокна, коэффициент затухания и предел полосы пропускания.

В случае если нет паспорта на кабель, следует подать запрос на его копию у завода-изготовителя. Если так и не будет получена копия, то необходимо будет вызвать одного представителя с завода-изготовителя для паспортизации кабеля в присутствии заказчика.

Если вдруг нижний конец барабана выведенный на щеку имеет длину меньше  $2 \pm 0,3$  м, то кабель придется перемотать, выведя необходимый запас нижнего конца на барабанную щеку. Так же во время обмотки необходимо вести визуальный осмотр за целостностью кабельной оболочки.

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			79

## Измерение затухания оптических волокон кабеля

При наличии паспортов с завода на кабель, производят замеры затухания оптического волокна, заранее просветив электрической лампой или фонарем.

Замеры затухания волокна проводят комплектом приборов в соответствии с инструкциями.

Если произошел обрыв волокна или превышено затухание от нормы кабеля больше 0,3 дБ, то должен быть составлен акт и строительная длина должна быть возвращена заводу.

После замеров затухания волокна, необходимо составить протокол входного контроля. По концам кабеля должны быть установлены колпачки из полиэтилена. Стык колпачка с полиэтиленовой оболочкой кабеля герметизируют пояском термоусаживаемой трубки с применением сэвилена или клея-расплава. При их отсутствии, герметизацию производят наплавлением полиэтиленовой ленты под стеклолентой.

Перед распределением длинны кабеля, его чертеж прокладки должен быть удовлетворен с длиной пролета и вида колодца. Во время подбора кабеля для прокладки необходимо понимать, что на регенерационном участке может быть кабель только одной марки и типа силового элемента. Строительная длина кабеля, необходимая для прокладки должна быть распределена так, что отходов от кабеля могло быть как можно меньше.

От рельефа местности определяют куда ставить первый колодец с которого и начинается прокладка кабеля. Если трасса имеет ровную поверхность, на ней нет искажений и изгибов, то в одном направлении можно проложить всю длину кабеля (1,5 км). Если трасса искаженная, то производителю работ необходимо определить первый колодец так, чтобы от него проложить кабель в двух направлениях.

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			80

## 10.4 Прокладка оптического кабеля

Подготовка кабельной канализации к прокладке оптического кабеля

Общие положения

Для прокладки оптики нужно использовать каналы, которые расположены по середине блока в канализации. По просьбе заказчик прокладка должна проходить в трубах из полиэтилена. Прокладка такого типа может сделать условия для прокладки оптики на большую длину и так же обеспечит защиту кабеля от повреждений которые могут возникнуть при прокладке массивных и тяжелых кабелей, а так же при вытяжки кабеля который заранее был уже проложен.

Прокладка оптики по свободному каналу может производиться при условии , что в этом канале больше не будет прокладки других кабелей с металлическими проводниками, а только оптика и не больше 5-6. Если же докладка будет необходима, то кабель необходимо проложить в полиэтиленовой трубе.

Кабель, имеющий длину 2000 м и более необходимо прокладывать только в полиэтиленовой трубе.

### **Прокладка полиэтиленовой трубы в канале кабельной канализации**

Перед прокладкой полиэтиленовой трубы по каналу канализации, трубу сначала разматывают из бухты передвижного тамбура или уже разматывают вручную на весь пролет. Если вдруг на территории прокладки имеется несколько пролетов, то ее разматывают так, чтобы ее конец дошел до последнего колодца с минимальной обрезкой. Если вдруг нет возможности раскатать трубу, то участок прокладки измеряют рулеткой , затем отмерить ее в доступном месте и отрезать пластиковую трубу. Если на

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			81

трассе имеются угловые колодцы, то труба должна заканчиваться в каждом таком колодце.

Конец трубки снабжен наконечником вводится в канал подачи и поступательное движение, чтобы подтолкнуть ее на всю длину пролета. Если есть транзитный колодец, то в нее производят вспомогательную натяжку трубы прокладчиками.

Если продвижение трубы станет невозможным из-за возникших препятствий в канале, трубку несколько раз необходимо повернуть вокруг оси во время нажатия.

В каждую лунку полиэтиленовой трубку с одной стороны разрезают с помощью ножовки, оставляя длину 200 - 250 мм от канала. Сначала в трубке обрезают первую скважину, а затем вырезают на входе второй скважины и прокладывают вперед через канал. Потом трубу разрезают на третьем входе и снова прокладывают через канал. И так каждый раз перед прокладкой в транзитном колодце.

После резки трубы в каждый колодец на входе и выходе канала, временно на период прокладки кабеля, установить один сигнал тревоги, предотвращающий перемещение трубы в ее заготовки тросом (рис. 10.9 )

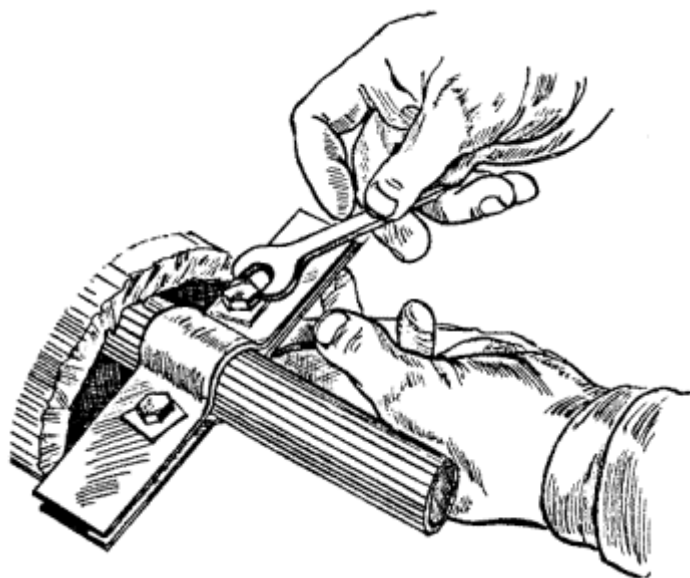


Рисунок 10.1 - Установка противоугона

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	

11070006.11.03.02.114 ПЗВКР

Лист

82

При укладке полиэтиленовых труб могут быть маломерные сточные остатки. Эти остатки должны распространяться и на короткие промежутки трассы, определив их по рабочим чертежам. Возможна стыковка небольших размеров пазовидных длин полиэтиленовой трубы для того, чтобы использовать его, чтобы лежать на отрезок маршрута, который не превышает 70 - 80 м док производства металлической втулки длиной 150 мм, толщиной стенки 1,5 - 2,0 мм, монтаж на стыке труб. На концах трубы с внутренней стороны, должна быть снята фаска, под углом 30 градусов. Рядом с установленным воротником на обеих сторонах трубы в одной пояс наносится в два слоя расплава клея или ГИПК-14-13. В верхней части манжеты с равным перекрытием, и ремни безопасности установлены трубки 40/20 мм, длиной 250 мм.

Если заготовка заложения полиэтиленовых труб и прокладки кабелей будет производиться не сразу, а через некоторое время, в котором скважины заполнены водой во избежание, попадания в проложенные трубы песка, глины, ила, пластиковые трубы в каждую лунку временно защищены с пластмассовыми колпачками обмотки их совместной 5 - 7 слоев клея пластиковой лентой.

### **Заготовка полиэтиленовой трубы, проложенной в канале кабельной канализации**

Сбор пластиковых труб, проложенных в канале воздуховода, состоит из матери с оцинкованной стальной проволоки диаметром 3 мм или стальным тросом. Для заготовки труб, используемых пруток или проходчик. Пруток является наиболее эффективным в присутствии шоссе большое количество коротких пролетов. Проходчик рекомендуются для пролетов от 80 до 140 метров и более. При отсутствии полиэтиленовых труб и

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			83

проходчика можете подготовить капроновым шнуром. Заготовку для производства прокладки трубы в канале кабельной канализации, развернуть его на поверхность по маршруту. Корм шнур нейлона привязаны к прохода цилиндра или сферы. Цилиндр или сфера с привязанными шнуром, опускают в трубу, подготовленном для строительства канала. Пройдя через трубу перед вами, переместите цилиндра или сферы с шнур на всю длину трубы. Затем, после укладки трубы в канал, шнур втягивается в заготовку трубы или трос.

Пустой канал, в который уже заложен волоконно-оптический кабель без полиэтиленовой трубы, должна производиться полиэтиленовой трубки. Во всех случаях, каналы должны стремиться к тому, что трос или имеют очень мало поворотов (соединений). Рекомендуется без всей длине провода поворотов - 450 - 500 м для кабеля - до 1500 м

### **Подготовка приспособлений и устройств к прокладке оптического кабеля**

Прокладка в канализацию может быть как ручным способом, так и при использовании механики. Перед въездом к трассе проверяют наличие приспособлений, необходимых для прокладки кабеля. Эти приспособления не должны портить кабель и максимально снижать возможность повреждения кабеля и быть благоприятными для прокладки на большие строительные расстояния. Для соблюдения этих требований в их составе обязательно должны быть:

- лебедка тросовая с регулируемым ограничением для полиэтиленовой трубки.
- устройство, для размотки кабеля с барабана.
- труба гофрированная
- ролики люкоогибные

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			84

- горизонтальная распорка.
- воронки, направляющие на трубу.
- наконечник кабельный
- компенсатор кручения.

### Установка приспособлений и устройств на трассе

Готовые к эксплуатации приспособления, ограждения доставляются до места прокладки транспортом.

Устройство для размотки кабеля с барабана ставят на расстоянии 1,5 м от колодца. (рис. 10.2).

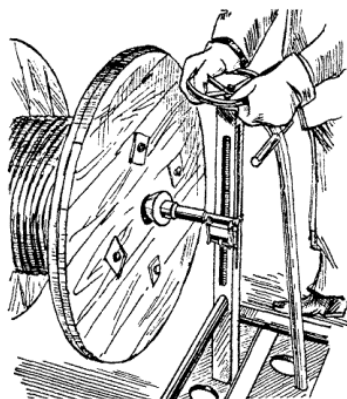
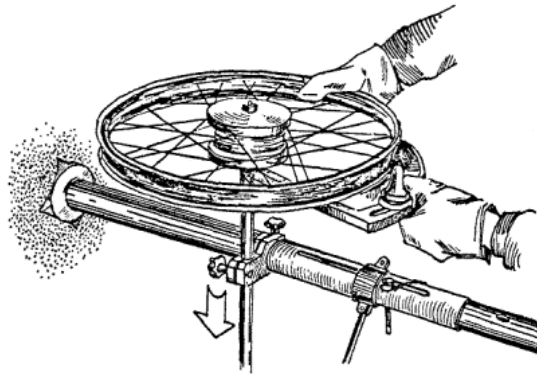


Рисунок 10.2 - Устройство для размотки кабеля с барабана

На люк колодца устанавливают раму с гофрированной трубой для ввода кабеля в канал канализации.

С противоположной стороны на люк последнего выходного колодца устанавливают люкоогибные ролики и в двух-трех метрах - ручную лебедку.

Во всех угловых колодцах устанавливают горизонтальную распорку и блок кабельный (рис. 10.12.2).



**Рисунок 10.3 - Установка горизонтальной распорки и блока кабельного**

Во всех т колодцах в полиэтиленовую трубу или канальную устанавливают направляющие предохранительные воронки с противуугонами.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был разработан проект мультисервисной сети связи микрорайона Октябрьский г. Каменск-Уральский. Проектируемая мультисервисная сеть предоставляет абонентам следующие услуги связи:

- многоканальное кабельное телевидение;
- высокоскоростной доступ к сети Интернет;
- подключение к телефонной сети общего пользования;
- организация выделенных каналов передачи данных;
- сбор учетной и телеметрической информации;

Проект реализовывался с применением технологии FTTH на базе Ethernet, что позволило эффективно использовать предоставляемую полосу пропускания канала и существенно снизить стоимость оборудования уровня доступа. В качестве основного производителя сетевого оборудования выбрана компания Zuxel.

Общая стоимость реализации проекта составила 7 104 786 руб. указанная стоимость также включает в себя затраты на монтаж и настройку оборудования, укладку и монтаж кабеля и пуско-наладочные работы. Так же учитывались затраты на содержание технического персонала для поддержки работоспособности сети. Согласно технико-экономическим показателям срок окупаемости сети составляет 4 года и 1 месяц. Срок окупаемости обусловлен высокой плотностью абонентов и адекватным выбором сетевой технологии, которая позволяет наращивать площадь покрытия сети без существенных затрат. В результате выполнения ВКР, поставленные задачи были решены в полном объеме.

Таким образом, проект выполнен в полном соответствии с заданием. При этом были получены результаты, имеющие практическую ценность.

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			87

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Описание технологии Metro Ethernet от компании Инлайн Телеком Соллюшенс [Электронный ресурс]. //www.inlinetelecom.ru/ - Инлайн Телеком Соллюшенс - Режим доступа: [http://www.inlinetelecom.ru/solutions/access\\_network/metroethernet\\_network/](http://www.inlinetelecom.ru/solutions/access_network/metroethernet_network/)

2. Описание продукции компании ZyXel [Электронный ресурс]. //zyxel.ru/ - ZYXEL – сетевое оборудование для дома и бизнеса - Режим доступа: <http://zyxel.ru/>.

3. Описание технологии IPTV от компании Информ Консалт [Электронный ресурс]. //www.iconsult.com.ua/ - НТЦ МТ : PolyNet - Режим доступа: <http://www.iconsult.com.ua/index.php?id=275>

4. Описание оптического кабеля компании «Старлинк» [Электронный ресурс]. //www.cabeltov.ru/ - Волоконно оптический кабель купить в Москве, продажа оптоволоконного кабеля с завода по производству кабеля связи НПП Старлинк - Режим доступа: <http://www.cabeltov.ru/menuprodykt.html>

5. Описание кабеля UTP cat 5e компании «Лансет» [Электронный ресурс]. //www.lanset.ru/ - Лансет - Волоконно-оптические кабели и комплектующие - Режим доступа: <http://www.lanset.ru/product/utp4-netlan-cat-5e-vnutrennij-305m/>

6. Техника безопасности при прокладки кабеля [Электронный ресурс]. //www.1000volt.by/ - 1000VOLT - <http://www.1000volt.by/>;

7. Описание технологий прокладки оптического кабеля компании «Связькомплект» [Электронный ресурс]. //www.skomplekt.com/ - СВЯЗЬКОМПЛЕКТ (Москва) - официальный сайт компании! Поставка профессиональной техники для обслуживания ИТ инфраструктуры и электротехнического оборудования! - Режим доступа: [http://www.skomplekt.com/technology/prokladka\\_vols.htm](http://www.skomplekt.com/technology/prokladka_vols.htm)

									Лист
									88
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись						

11070006.11.03.02.114 ПЗВКР

8. Галкин В.А., Телекоммуникации и сети [Текст] / В.А. Галкин, Ю.А. Григорьев – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003, 608 с.;
9. Гольдштейн Б.С., Интеллектуальные сети [Текст] / Б.С. Гольдштейн, И.М. Ехриель, Р.Д. Рерле - М.: Радио и связь, 2005, 504 с.;
10. Шмалько, А.В. Цифровые сети связи: основы планирования и построения [Текст] / А.В. Шмалько – М.: Эко-Трендз, 2001. – 278 с.;
11. Гольдштейн Б.С., IP-телефония [Текст] / Б.С. Гольдштейн, А.В. Пинчук, А.Л. Суховицкий - М.: Радио и связь, 2001, 336 с.;
12. Телекоммуникационные системы и сети: Учеб. пособие. В 3 томах. Том 3. Мультисервисные сети/ В.В. Величко, Е.А. Субботин, В.В. Шувалов, А.Ф. Ярославцев; под ред. В.П. Шувалова. - М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 592 с.;
13. Росляков А.В., И.В. Шibaева IP-телефония [Текст] / А.В. Росляков, М.Ю. Самсонов - М.: Эко-Трендз, 2003, 252 с.;
14. Описание техники безопасности при работе с оптическим кабелем» [Электронный ресурс]. //www.znaytovar.ru/ - Знайтовар.Ру - торговля, бизнес, товароведение, экспертиза - Режим доступа: [http://www.znaytovar.ru/gost/2/Rukovodstvo\\_po\\_prokladke\\_monta.html](http://www.znaytovar.ru/gost/2/Rukovodstvo_po_prokladke_monta.html).
15. Официальный сайт компании PROFSERVICE [Электронный ресурс] // Компания-подрядчик по монтажу кабельных систем. URL: <http://www.obcom.su/price/server/> (Дата обращения 20.04.2018г.).
16. Официальный сайт компании Фруктус [Электронный ресурс] // Компания-подрядчик по проектированию и монтажу интегрированных мультисервисных сетей. URL: <http://pcquality.ru/ceny-stoimost-rascenki-na-sks-lvs-prais/> (Дата обращения 20.04.2018г.).
17. Интернет магазин Juniper [Электронный ресурс] // Магазин сетевого оборудования Juniper. URL: <http://www.justogroup.ru/>. (Дата обращения 25.04.2018г.).

18. Интернет магазин Инсотел [Электронный ресурс] // Магазин сетевого оборудования. URL: <http://www.insotel.ru/> (Дата обращения 25.04.2018г.).

19. Интернет магазин 7TEQ [Электронный ресурс] // Магазин сетевого оборудования. URL: <http://www.7teq.ru/> (Дата обращения 25.04.2018г.).

20. ГОСТ 2.105 – 95. Межгосударственный стандарт. Общие требования к текстовым документам ЕСКД, Москва. 1995.

					<i>11070006.11.03.02.114 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись			90

Выпускная квалификационная работа выполнена мной совершенно самостоятельно. Все использованные в работе материалы и концепции из опубликованной научной литературы и других источников имеют ссылки на них.

«\_\_» \_\_\_\_\_ г.

---

*(подпись)*

---

*(Ф.И.О.)*