

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

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК  
КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ  
СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ Г.  
ЗАОЗЕРСКА МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Выпускная квалификационная работа  
обучающегося по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные  
технологии и системы связи  
очной формы обучения, группы 07001252  
Ковалева Максима Владимировича

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

Рецензент  
Инженер электросвязи  
2 категории службы  
управления сетями,  
сервисами и информационными  
системами Белгородского  
филиала ПАО «Ростелеком»  
Каменев И.А.

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 коммутации

Утверждаю  
Зав. кафедрой

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_ г.

## **ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

Ковалева Максима Владимировича  
(фамилия, имя, отчество)

1. Тема ВКР «Проектирование мультисервисной сети связи г.Заозерска Мурманской области»

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

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

3. Исходные данные:

объект проектирования – город Заозерск, Мурманская область;  
тип сети связи – проводная широкополосная сеть абонентского доступа;  
количество абонентов: физические лица – 2142.

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

- 4.1. Анализ инфраструктуры города Заозерска.
- 4.2. Современные технологии построения мультисервисных сетей связи.
- 4.3. Расчет нагрузок и количества необходимого оборудования.
- 4.4. Проект мультисервисной сети связи города Заозерска.
- 4.5. Техничко-экономическое обоснование проекта.
- 4.6. Меры по обеспечению охраны труда, техники безопасности и охране окружающей среды.

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

- 5.1. Экспликация объекта (А1, лист 1).
- 5.2. Существующая схема организации связи (А1, лист 1).
- 5.3. Проектируемая схема сети организации связи (А1, лист 1).
- 5.4. Схема трассы прокладки кабеля (А1, лист 1).
- 5.5. Техничко-экономические показатели.

6. Консультанты по работе с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал	Задание принял
4.1. – 4.6	<i>канд. техн. 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»*

*А.В. Болдышев*

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. АНАЛИЗ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДА ЗАОЗЕРСК МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ .....	6
2 СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЕНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЕЙ.....	15
2.1 Телекоммуникационная сеть на базе VDSL/VDSL2 .....	15
2.2 Телекоммуникационная сеть FTTB.....	17
2.3 Телекоммуникационная сеть на базе PON .....	18
2.4 Выбор варианта построения мультисервисной сети связи .....	21
3. РАСЧЕТ НАГРУЗОК И КОЛИЧЕСТВА НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	22
3.1 Расчет нагрузок в мультисервисной сети.....	22
3.2 Расчет трафика IP-TV.....	25
3.3 Расчет пропускной способности для доступа к сети Интернет.....	28
4. ПРОЕКТ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ ГОРОДА ЗАОЗЕРСКА .....	33
4.1 Выбор оборудования для проектируемой мультисервисной сети связи города Заозерска.....	33
4.2 Выбор типа линии связи и план размещения оборудования.....	43
5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА.....	54
5.1 Расчет капитальных вложений на оборудование и строительного- монтажные работы.....	54

					<b>11070006.11.03.02.004.ПЗВКР</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	«Проектирование мультисервисной сети связи г.Заозерска Мурманской области»	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		<i>Ковалев М.В.</i>						
Провер.		<i>Болдышев А.В.</i>					2	74
Рецензент		<i>Каменев И.А.</i>				<i>НИУ «БелГУ», гр.07001252</i>		
Н. контр.		<i>Болдышев А.В.</i>						
Утв.		<i>Жиляков Е.Г.</i>						

5.2 Расчет эксплуатационных расходов.....	56
5.3 Определение доходов от основной деятельности .....	59
5.4 Определение оценочных показателей проекта .....	60
6. МЕРЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ОХРАНЫ ТРУДА, ТЕХНИКА	
БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ .....	66
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	69
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	71

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		3

## ВВЕДЕНИЕ

Потребности человека в современных телекоммуникациях постоянно растут. Пользование социальными сетями, поиск информации в интернете, обмен фотографиями и другими данными постоянно приводит к увеличению нагрузки на телекоммуникационную сеть.

Пользователи желают получать услуги на высоких скоростях, которые бы позволяли осуществлять видеозвонки без прерывания и с высоким качеством, быстро скачивать большие объемы данных, играть в онлайн игры без с низким параметром ping.

Все это возможно, если провайдер использует в своей сети передовые технологии, такие как VDSL, FE/GE, PON и др. Передовыми можно считать технологии которые способны обеспечить пользователя доступом в Интернет на скорости до 100 Мбит/с и выше.

Город Заозерск [1] находится в заполярье и имеет статус закрытого административно-территориального образования, что накладывает ограничения на возможность появления большого количества провайдеров. Наличие одного или двух провайдеров тормозит конкурентное развитие телекоммуникационной сети.

Также стоит отметить, что Заозерск является дотационным, что вносит финансовые ограничения на развитие инфраструктуры. Однако, в последнее время на территории города проходит модернизация телекоммуникационной инфраструктуры: меняется кабельная сеть – на смену старым кабелям приходит оптическое волокно. Это позволяет модернизировать сеть и повысить качество предоставляемых услуг.

Модернизацией инфраструктуры занимается ПАО «Ростелеком», но полностью обеспечить пока жителей высокоскоростным доступом не получается. Таким образом, целесообразно проработать проект по организации высокоскоростного доступа к современным телекоммуникационным услугам для жителей тех домов, которые еще не подключены к сети ПАО «Ростелеком».

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		4

Для этого необходимо выполнить следующие задачи:

1. Проанализировать телекоммуникационную инфраструктуру города Заозерска.
2. Проанализировать доступные тарифные планы, предлагаемые конкурентами».
3. Указать требования к мультисервисной телекоммуникационной сети.
4. Выбрать технологию для построения мультисервисной телекоммуникационной сети.
5. Провести расчет абонентской нагрузки и количества необходимого сетевого оборудования.
6. Составить проект мультисервисной телекоммуникационной сети.
7. Составить смету затрат на реализацию проекта и рассчитать основные экономические показатели.
8. Привести требования по организации техники безопасности, охране труда и природоохранных мероприятий.

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		5

# 1 АНАЛИЗ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДА ЗАОЗЕРСК МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Закрытое административно-территориальное образование город Заозерск образовано с целью создания условий для безопасного и надежного функционирования объектов Северного флота и поддержания боеготовности одиннадцатой эскадры атомных подводных лодок. Указом Президента Российской Федерации от 30 июня 2000 года № 1208 утверждены границы ЗАТО и закреплены Законом Мурманской области от 2.12.2004 г. № 530-01-ЗМО. В состав ЗАТО вошли город Заозерск, базы Северного флота, расположенные в губе Нерпичья, губе Большая Лопаткина, губе Малая Лопаткина, а также территория губы Андреева. Площадь – 516 кв. км, население – 9,9 тыс. человек. Город Заозерск расположен в 100 км от областного центра – города Мурманска.

Бухты и губы северо-западного побережья Кольского полуострова оказались весьма удобными для развития атомного подводного флота. Этот фактор и стал определяющим в формировании индивидуальности Заозерска: вдоль побережья ныне дислоцируются как строевые, так и списанные подводные лодки, в губе Андреева расположено хранилище ядерного топлива, накопленного за пятьдесят лет эксплуатации военного атомного флота.

По данным переписи 2002 года численность постоянного населения города составляла 12,7 тыс. человек. По состоянию на 01.01.2005 г. согласно данным территориальных органов статистики численность населения ЗАТО г.Заозерска увеличилась до 13,1 тыс. человек.

Законодательно установленные ограничения на создание промышленных предприятий и занятия предпринимательской деятельностью на территории ЗАТО оказывают существенное влияние на развитие всего хозяйственного комплекса муниципального образования.

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		6



В губе Андреева действует предприятие Министерства атомной энергетики РФ по переработке ядерных отходов – филиал Федерального государственного унитарного предприятия "СевРАО".

Всего на территории ЗАТО города Заозерска зарегистрированы 111 предприятий, организаций и учреждений различных форм собственности, в том числе 37 – муниципальные. Основным видом деятельности малых предприятий и предпринимателей без образования юридического лица является торгово-закупочная деятельность и платные услуги населению в сфере бытового обслуживания. Промышленное производство в городе отсутствует.

Климат арктически-умеренный, морской. В основном климат формируется под влиянием теплого и влажного воздуха Атлантики с запада, и арктического воздуха с севера. Типичная черта здешнего климата – крайне неустойчивая погода.

Влияние окружающих морей сильно сказывается как зимой, так и летом. Зимой моря действуют отепляюще (особенно незамерзающее Баренцево море), летом – охлаждающе. При сильных ветрах и большой влажности даже сравнительно небольшие морозы переносятся тяжело.

Зима – самый продолжительный сезон, длится более шести месяцев. Снег может лежать даже до начала июня, хотя признаки весны появляются задолго до этого.

Хозяйственная деятельность имеет направленность на обеспечение особого режима функционирования с обеспечением запретных и контролируемых зон, что обуславливает отсутствие материального производства в экономике, ограничение права ведения хозяйственной и предпринимательской деятельности, владения, пользования и распоряжения природными ресурсами, недвижимым имуществом. Наиболее перспективное направление развития экономики – развитие потребительского рынка розничной торговли, общественного питания и сферы бытовых услуг.

На территории ЗАТО города Заозерска, действует особый режим безопасного функционирования предприятий и (или) объектов,

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		7

предусматривающий ограничения на въезд и постоянное проживание граждан, на полеты летательных аппаратов и иные ограничения, установленные действующим законодательством Российской Федерации, в части, касающейся закрытых административно территориальных образований, поэтому развитие туризма на территории муниципального образования крайне затруднено.

Имея особое географическое и геополитическое положение, ЗАТО город Заозерск выполняет задачу по обеспечению защиты рубежей России, безопасного и стабильного функционирования объектов Министерства обороны расположенных на его территории.

В настоящее время отведена земля для добычи строительного песка (песчаный карьер). В пределах округа разведанные месторождения полезных ископаемых отсутствуют. На территории ЗАТО города Заозерска отсутствует охотничье хозяйство и охотничьи угодья.

Добыча объектов животного мира, отнесенных к объектам охоты, на территории Мурманской области носит любительский характер и осуществляется в соответствии с действующими Правилами охоты, утвержденными приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 16.11.2010 № 512.

На территории ЗАТО города Заозерска имеются озёра, реки Западная Лица, Малая Лица. Водоёмы богаты рыбой: сёмга и паляя, кумжа, форель, и др. В омывающем Кольский полуостров Баренцевом море в изобилии треска, камбала, палтус, мойва, сельдь, краб, морская капуста. Вылов камчатского краба запрещен.

При условии передачи земельных участков, принадлежащих Министерству обороны РФ, муниципалитету возможно развитие прибрежного рыболовства, создание порта-пункта для принятия и обслуживания малых и средних рыболовецких судов, развитие на прибрежной акватории ферм по выращиванию лосося и дорасчиванию камчатского краба.

Бюджет ЗАТО города Заозерска является дотационным, поскольку большую его часть составляют безвозмездные поступления из бюджетов других

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		8

уровней. Это означает высокую зависимость местного бюджета от бюджетов других уровней. Однако имеется тенденция к снижению этой зависимости.

В настоящее время установленные статьей 61.2 Бюджетного кодекса РФ доходные источники закреплены за бюджетами городских округов на постоянной основе: налог на имущество физических лиц, земельный налог, часть налога на доходы физических лиц (40%), единый налог на вмененный доход для отдельных видов деятельности, государственная пошлина по делам, рассматриваемым в судах общей юрисдикции, мировыми судьями, государственная пошлина за государственную регистрацию, а также за совершение прочих юридически значимых действий, налог, взимаемый в связи с применением патентной системы налогообложения.

Реально же поступающие в бюджет города местные налоги составляют 27-32 % от общего числа доходов и не обеспечивают необходимый объем расходов бюджета.

На рисунке 1.1 приведен план закрытого административно-территориального образования, в границах которого образовано самостоятельное одноимённое муниципальное образование со статусом городского округа ЗАТО город Заозёрск.

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		



**Рисунок 1.1 – План ЗАТО города Заозёрска**

В таблице 1.1 приведена краткая характеристика жилых домов и других объектов инфраструктуры.

Всего в городе 83 жилых дома, преимущественно 5 этажные, но есть и строения в 9 и 12 этажей, общее численность квартир во всех домах 5104 [2].

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		10

**Таблица 1.1 - Список жилых домов с указанием количества квартир**

<b>Флотская</b>		<b>Ленинского Комсомола</b>		<b>Матроса Рябинина</b>	
№ Дома	Количество квартир	№ Дома	Количество квартир	№ Дома	Количество квартир
1	70	5	44	7	45
3	69	7	73	9	75
4	59	12	34	11	74
5	75	14	30	13	79
9	78	20	36	15	66
10	45	24	52	23	22
11	74	26	58	25	33
12	59	28	60		
14	60	30	52		
16	44	32	52		
18	45				
<b>Строительная</b>		<b>Мира</b>		<b>Кольшикина</b>	
№ Дома	Количество квартир	№ Дома	Количество квартир	№ Дома	Количество квартир
1	75	1	75	1	71
2	75	3	75	3	71
3	73	5	45	5	71
4	74	7	45	6	60
5	73	9	73	7	75
7	44	9а	75	8	60
8	45	9б	43	9	75
10	44	11	75	10	60
12	75	13	45	11	74
14	60	15	45	12	60
16	75	17	43	13	75
18	125	19	70	14	71
20	68	21	60	15	71
22	31				
<b>Переулок Молодежный</b>		<b>Генерала Чумаченко</b>		<b>Гранитный переулок</b>	
№ Дома	Количество квартир	№ Дома	Количество квартир	№ Дома	Количество квартир
2	75	1	48	2	75
4	75	3	105	3	75
6	45	5	74	4	75
8	30	8	24	5	75
		15	45	6	75
				8	45

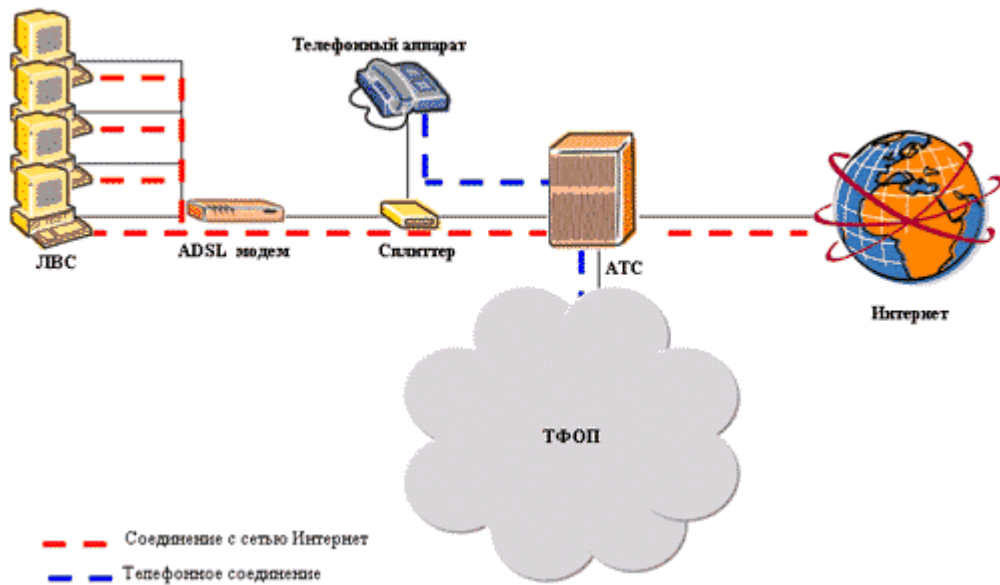
Согласно общедоступным сведениям в городе имеется телефонная связь и доступ к основным мультисервисным услугам, таким как доступ к сети интернет и цифровое телевидение. Доступ к услугам организован по технологии ADSL, что накладывает ограничения на максимальную скорость доступа и уровень качества услуг. В городе услуги предоставляют два провайдера, это ПАО «Ростелеком» и А-Телеком (использует Ethernet). Здание ПАО «Ростелеком» располагается по ул. Флотская д.4а, АТС 563.

В таблице 1.2[3-4] указаны актуальные тарифные планы на провайдеров города Заозерск.

**Таблица 1.2 - Тарифные планы провайдеров**

Название тарифа	Включенный трафик / количество каналов ТВ	Скорость соединения	Абонентская плата, руб.
<b>А-телеком</b>			
<b>1</b>	Не ограничено	до 1 Мбит/с	450
<b>3</b>	Не ограничено	до 3 Мбит/с	800
<b>4</b>	Не ограничено	до 4 Мбит/с	900
<b>5</b>	Не ограничено	до 5 Мбит/с	1100
<b>Ростелеком</b>			
<b>10</b>	Не ограничено	до 10 Мбит/с	600
<b>25</b>	Не ограничено	до 25 Мбит/с	800
<b>45</b>	Не ограничено	до 45 Мбит/с	900
<b>100</b>	Не ограничено	до 100 Мбит/с	900
<b>ТВ</b>	От 125 каналов		От 320

Компания Ростелеком поэтапно проводит модернизацию существующей сети и меняет технологию предоставления доступа. Если старая сеть была организована на базе технологии ADSL (рисунок 1.2), то после модернизации сети, жители получают доступ к услугам по технологии FTТВ.



**Рисунок 1.2 – Организация доступа к сети Интернет по технологии ADSL**

В 2014 и 2016 годах была проведена модернизация телекоммуникационной сети, которая затронула до по адресам: Гранитный переулок д.2,3,4,5,6,8; Молодежный переулок д. 4,6,8; Генерала Чумаченко д.3; Ленинского Комсомола д.5,7,28,32; Строительная д. 1-5,8,10,12,14,16,18,20; Мира д. 1,3,5,7,9,9а,11,13,15,17,19,21. Технология организации доступа выбрана FTТВ и Fast Ethernet. Это позволяет предоставлять доступ к услугам со скоростью до 100 Мбит/с. Основные услуги, которые предоставляются жителям это: доступ к сети Интернет, цифровое IP телевидение, включая видео по запросу, телефония.

Не модернизированным остается участок сети, к которому подключено 36 жилых дома с общим количеством квартир 2142 (они отмечены в таблице 1.1 заливкой синего цвета). В ВКР будет предполагать, что заинтересованность в услугах следующая: Интернет - 100% (2142 абонента), ТВ – 80% (1714 абонентов), видео по запросу (VOD) - 8%. Телефония не учитывается, т.к. она уже и так имеется у жителей и шанс увеличения ее объема после модернизации небольшой.

Исходя из того, что модернизация большей части сети базируется на технологии FTТВ, то остается решить вопрос с последней милей. При условии

замены кабельной сети на оптическое волокно, то можно рассматривать 3 варианта технологий: VDSL2, FTTB+FE/GE, GPON. Более подробно о вариантах реализации последнего этапа модернизации сети будет изложено во второй главе.

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		14



## 2 СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЕНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЕЙ

### 2.1 Телекоммуникационная сеть на базе VDSL/VDSL2 [5-10]

Технология VDSL (Very highdata rate Digital Subscriber Line) - сверхвысокоскоростная цифровая абонентская линия) обеспечивает наибольшую скорость среди технологий xDSL до 200 Мбит/с. Работает как в симметричном, так и асимметричном режиме. Расстояние передачи данных ограничено 1.5 км. Это связано с тем, что VDSL для передачи данных использует высокие частоты, которые наиболее подвержены действию помех. На высоких частотах затухание сигнала сильно зависит от длины линии.

В 1995 г. были предприняты первые попытки стандартизации VDSL, причем почти одновременно несколькими организациями ANSI, ETSI и ITU-T. У всех трех организаций возникли разногласия относительно модуляции (QAM или DMT). В 2003 г. международная организация ITU-Тодобрила промежуточный стандарт VDSL, в виде рекомендации G.993.1, где в качестве основной модуляции была принята DMT, а в качестве факультативной - QAM. В окончательном варианте стандарта, который был утвержден в 2004 году, осталась только модуляция DMT. Стандарт ITU-TG.993.1 предусматривает передачу данных как симметричном, так и в асимметричном режимах на скорости до десятков Мбит/с (в стандарте ITU-TG.993.1 не оговорена точная предельная скорость) на расстояниях до 1,5 км.

Разработаны три частотных плана: Plan 997, Plan 998, 3. PlanFx

Plan 998 принят Национальным институтом стандартов США (ANSI, American National Standards Institute) используется в Северной Америке, Японии и Европе. Plan 997, Plan 998 приняты Европейским институтом по стандартизации в области телекоммуникаций (ETSI, European Telecommunications Standards Institute) для использования в Европе. Plan 997, Plan 998, PlanFx одобрены к использованию международным союзом

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		15

электросвязи (ITU, International Telecommunications Union). Plan Fx (Flexible) используется только в Швеции и подразумевает нечеткую границу частот в диапазоне от 3.75 МГц до 12 МГц. Эта граница может устанавливаться программным путем на оборудование. Главное условие, чтобы на стороне клиентского устройства и операторского устройства данные границы совпадали.

На рисунке 2.1 приведен пример организации сети с помощью технологии VDSL2.

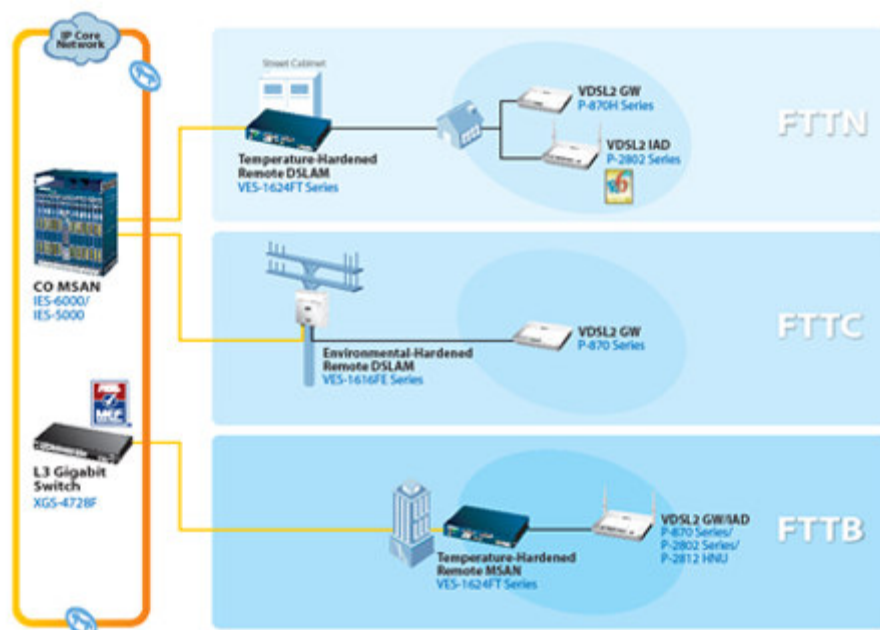


Рисунок 2.1 – Варианты использования технологии VDSL

Основным плюсом при выборе VDSL это возможность задействовать существующую телефонную линию, нет необходимости прокладывать заново кабельные системы в доме. Стоит учитывать износ линии, который при значительных параметрах затухания не даст гарантии предоставления высокой скорости доступа. С другой стороны покупка DSLAM в каждый дом увеличит затраты на закупку оборудования по сравнению с покупкой Ethernet коммутаторов на такое же количество абонентских портов. Применение VDSL лишь временно решит проблему, по прошествии нескольких лет кабельную систему все равно придется менять.

## 2.2 Телекоммуникационная сеть FTTB [11-17]

FTTB предполагает прокладку оптического волокна до здания (жилого дома), а точнее до коммутатора доступа, который там расположен. Далее осуществляется подключение абонентских устройств по медному кабелю. При сочетании FTTB с Ethernet можно обеспечить абонентов доступом на скорости до 100 Мбит/с при FE и 1000Мбит/с при GE. Развертывание сети на коммутаторах Ethernet является недорогим вариантом, т.к. наличие большого количества производителей и современные технологии позволяют подобрать оптимальное по качеству устройство за небольшую цену. В отличие от VDSL Ethernet не требует монтажа кроссов и другого дополнительного оборудования. Для работы коммутатору требуется питание и наличие uplink соединения.

Пример построения сети на базе Ethernet приведен на рисунке 2.1.

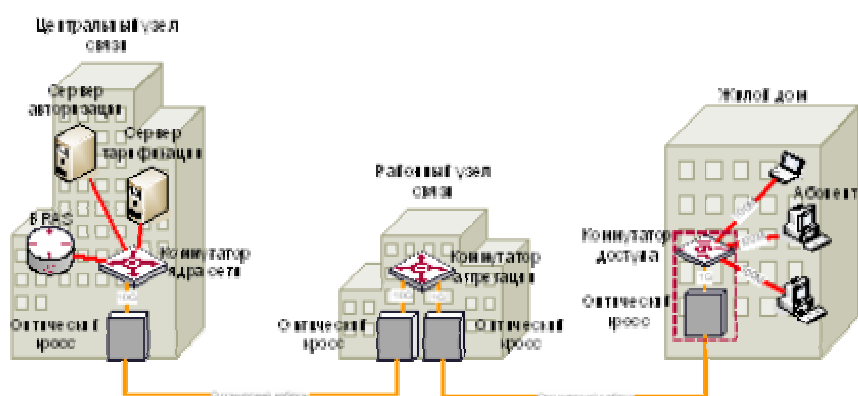


Рисунок 2.1 – Пример построения сети на основе FTTB + Ethernet

Преимуществом технологии считается простота развертывания сети и низкая стоимость оборудования как сетевого, так и абонентского. Поэтому эта технология популярна и по сей день. Как и в случае с VDSL до дома необходимо протягивать оптику, но за счет существенно меньшей стоимости оборудования такой подход более выигрышный по сравнению с VDSL. В качестве недостатка можно лишь указать, что такой подход потребует прокладки по дому кабельной системы с использованием медного кабеля 5 категории.

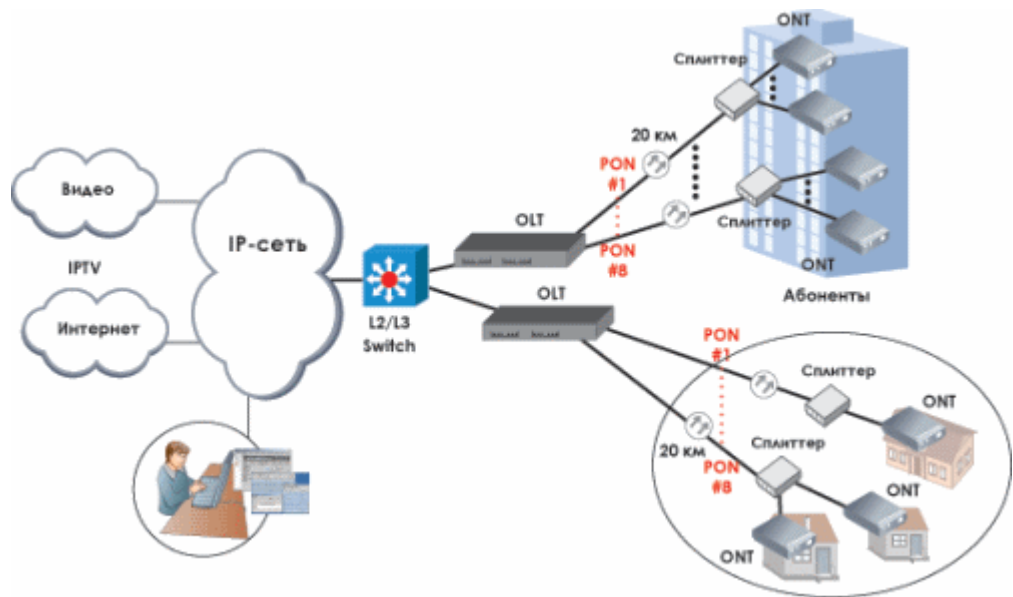
					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		17

## 2.3 Телекоммуникационная сеть на базе PON [18-24]

Другим серьезным конкурентом являются полностью оптические сети PON. Основные элементы PON-сети это:

- OLT (Optical Line Terminal) - для агрегации потоков оптических сетей (деревьев);
- Распределительная оптическая сеть ODN (Optical Distribution Network), состоящей из:
  - Магистрального оптического фидера (волокна);
  - Сплиттеров, разветвляющих оптический сигнал на ветви оптического дерева;
  - Распределяющих оптических волокон (ветвей) дерева PON-сети;
  - Оконечных отводных абонентских кабелей (Drop-окончаний), которые в зависимости от типа оконечного абонентского устройства и количества каскадов сплиттеров на сети могут быть оптическим волокном, кабелями Ethernet, xDSL, E1;
- Оконечных абонентских устройств ONU (Optical Network Unit) или ONT (Optical Network Terminal), которые в зависимости от их типа могут устанавливаться в распределительном шкафу, в здании, в помещении абонента и предоставляют конечным абонентам различные порты доступа в зависимости от типа и модели устройства: Ethernet, иногда VDSL – основной вид порта, дополнительно - кабельного телевидения, подключения телефона, E1;
- Системы управления сетью AMS (Access Management System), которая служит для управления и мониторинга оборудованием PON.

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		18



**Рисунок 2.2 – Пример построения сети на основе PON**

Для предоставления услуг связи абоненту используется технология WDM (Wavelength Division Multiplexing), когда сигналы к абоненту и от абонента передаются на разных длинах волн (1490 нм и 1310 нм соответственно). Для некоторых типов ONU/ONT, имеющих отдельный выход для телевизионного видеосигнала, возможно «подмешивание» в оптическое волокно телевизионного видеосигнала кабельного телевидения на отдельной длине волны 1550 нм.

Для каждого направления передачи используется технология временного разделения каналов для каждой длины волны. Абонентам выделяется равная фиксированная гарантированная полоса пропускания канала связи в каждом направлении. Здесь необходимо отметить, что в настоящее время используются в основном 2 стандарта PON-сетей:

- GPON (Gigabit PON), транспортный протокол GFP (generic framing protocol). Нисходящий поток - 1490 нм, 2,4 Гбит/с., восходящий поток - 1310 нм, 1,2 Гбит/с.;
- GEAPON (Gigabit Ethernet PON), транспортный протокол - Ethernet. Нисходящий поток - 1490 нм, 1,2 Гбит/с., восходящий поток - 1310 нм, 1,2 Гбит/с.

Оборудование стандарта GPON имеет в двое большую полосу пропускания канала связи в направлении к абоненту по сравнению с GPON и больше приспособлено для передачи TDM-трафика (имеет порты E1).

В зависимости от места размещения оборудования ONU/ONT по отношению к непосредственному жилищу абонента различают различные технологии FTTx построения PON-сетей. Для технологий FTTB, FTTCab, FTTH (в случае установки ONU/ONT в подъезде) возможно использование многопортовых ONU/ONT. При построении PON-сетей необходимо также учитывать различие в параметрах в зависимости от типа используемой технологии передачи информации (GPON или GPON), представленных в таблице 2.3:

**Таблица 2.3 Сравнение параметров PON технологий.**

Характеристики	APON/BPON	EPON/GEAPON	10GEAPON	GPON
Стандарт	(TU-T G.9&3.X	IEEE 602.3ah	IEEE 802.3av	ITU-T G.984.X
Скорость передачи,	155/155; 622.-155;	1000/1000	10/10;	1244/155,622,
Прямой/обратный поток	622/622 Мбит/с	Мбит/с	10/1 Гбит/с	1244; 2460/622. 1244, 2468 Мбит/с
Базовый протокол	ATM	Ethernet	Ethernet	SDH
Линейный код	NRZ	8B/10B	64-'66B	NRZ
Радиус сети, км	20	20/30	10	20
Число абонентских узлов на одно ОБ	32	16	16	64 (128)
Коррекция ошибок FEC	Есть	Нет	Есть	Необходима
Длины волн	1550/1310;	1550/1310;	1550/1310;	1550-1310;
Прямого/обратного потоков, нм	1490/1310	1490/1310	1490/1310	1490-1310

Несмотря на всю привлекательность PON основным ее недостатком является финансовая сторона. Потребуется прокладка оптического кабеля непосредственно до абонентского терминала, помимо этого необходимо будет закупить комплектующие материалы для монтажа оптической сети: оптические

кроссы, патч панели и т.д. Также стоит учитывать, что стоимость работ по прокладке оптического кабеля значительно дороже, чем в медного.

## 2.4 Выбор варианта построения мультисервисной сети связи

В качестве вывода можно отметить, что применение технологии FTТВ на базе FE/GE будет намного рентабельней и перспективней. В первую очередь это обусловлено значительно меньшими затратами на построение СКС.

Во-вторых модернизация сети от компании Ростелеком подразумевает использование именно FTТВ. Что касается меньшей скорости передачи 1 Гбит/с против 2,5 Гбит/с у PON, то тут можно утверждать в городе Заозерск темпы потребностей в скорости передачи превысят 1 Гбит/с еще не скоро.

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		21

### 3. РАСЧЕТ НАГРУЗОК И КОЛИЧЕСТВА НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ

#### 3.1 Расчет нагрузок в мультисервисной сети

Под абонентом подразумевается не конкретный человек, а одно абонентское устройство, в случае многоквартирного жилого дома – одна квартира это один абонент. Расчет требуемой нагрузки и пропускной способности сети осуществляется с учетом скорости доступа и процента пользователей, которые пользуются предоставленными услугами в час наибольшей нагрузки. Значения основных параметров для расчета приведены в таблице 3.1.

**Таблица 3.1 - Значения параметров**

Параметр	Обозначение	Значение
1	2	3
2. Число абонентов сети:	<i>NS</i>	2142
3. Отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во входящем потоке; %	<i>OHD</i>	10
4. Отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине в исходящем потоке; %	<i>OHU</i>	15
5. Процент абонентов Triple Play: - находящихся в сети в ЧНН; % - одновременно принимающих или передающих данные; % - одновременно пользующихся услугами IP-TV; %	<i>DAAF</i> <i>DPAF</i>  <i>IPVS AF</i>	80 60  60



**Продолжение таблицы 3.1**

<p>6. Услуга передачи данных:</p> <p>6.1 Пропускная способность сети для передачи данных к абоненту:</p> <p>- средняя пропускная способность; Мбит/с</p> <p>- пиковая пропускная способность; Мбит/с</p> <p>6.2 Пропускная способность сети для передачи данных от абонента:</p> <p>- средняя пропускная способность; Мбит/с</p> <p>- пиковая пропускная способность Мбит/с</p>	<p><i>ADBS</i></p> <p><i>PDBS</i></p> <p><i>AUBS</i></p> <p><i>PUBS</i></p>	<p>50</p> <p>100</p> <p>40</p> <p>100</p>
<p>7. Услуга IP-TV/ IP-TV HD:</p> <p>- проникновение услуги; %</p> <p>- количество сессий на абонента;</p> <p>- режим Unicast; %</p> <p>- режим Multicast; %</p> <p>- потоки Multicast; %</p> <p>- количество доступных каналов в рамках пакета;</p> <p>- скорость видеопотока; Мбит/с</p> <p>- запас на вариацию битовой скорости</p>	<p><i>IPVS MP</i></p> <p><i>IPVS SH</i></p> <p><i>IPVS UU</i></p> <p><i>IPVS MUM</i></p> <p><i>IPVS MU</i></p> <p><i>IPVS MA</i></p> <p><i>VSB</i></p> <p><i>SVBR</i></p>	<p>80/25</p> <p>1,3/1,3</p> <p>30/30</p> <p>70/70</p> <p>70/70</p> <p>120/50</p> <p>6 /15</p> <p>0,2/0,2</p>

В первую очередь необходимо провести расчет необходимого сетевого оборудования уровня доступа. Целесообразно использовать коммутаторы на 24 порта, т.к. они имеют оптимальное соотношение цена/порт. В случае необходимости ремонта порта количество задействованных в ремонт абонентов будет невелико. Формула для вычисления количества требуемых коммутаторов имеет вид:

$$N_{\text{ком}} = [N_{\text{аб}} / 24] \quad (3.1)$$

где [] – округление в большую сторону до целого числа.

Результаты расчетов количества оборудования приведены в таблице 3.2, в скобках указано количество портов коммутатора.

Таблица 3.2 – Планируемое количество оборудование доступа

Флотская			Колышкина			Ленинского Комсомола		
№ Дома	Количество квартир	Количество коммутаторов	№ Дома	Количество квартир	Количество коммутаторов	№ Дома	Количество квартир	Количество коммутаторов
1	70	3	1	71	3	12	34	2
3	69	3	3	71	3	14	30	2
4	59	3	5	71	3	20	36	2
5	75	4	6	60	3	24	52	
9	78	4	7	75	4	26	58	
10	45	2	8	60	3	30	52	
11	74	4	9	75	4			
12	59	3	10	60	3			
14	60	3	11	74	4			
16	44	2	12	60	3			
18	45	2	13	75	4			
			14	71	3			
			15	71	3			
Матроса Рябинина			Строительная			Генерала Чумаченко		
№ Дома	Количество квартир	Количество коммутаторов	№ Дома	Количество квартир	Количество коммутаторов	№ Дома	Количество квартир	Количество коммутаторов
7	45	2	7	44	2	1	48	2
9	75	4	22	31	2	5	74	4
11	74	4	<b>Переулок Молодежный</b>			8	24	1
13	79	4	2	75	4	15	45	2
15	66	3	<b>Мира</b>					
23	22	1	96	43	2			
25	33	2						

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

11070006.11.03.02.004.ПЗВКР

Лист

24

Всего потребуется закупить 121 коммутатор на 24 порта. Количество коммутаторов агрегации будет рассчитано позже, после того, как будет определена нагрузка от абонентов.

### 3.2 Расчет трафика IP-TV

При расчете требуемой полосы пропускания для услуги IP-TV будет одновременно проводится расчет полосы для организации вещания программ с качеством HD. Определим количество абонентов, пользующихся услугой на одном СУ одновременно:

$$IPVS\ Users = AVS * IPVS\ AF * IPVSSH, \text{ аб} \quad (3.7)$$

где  $AVS$  – количество абонентов на СУ, подключенных к услуге,  
 $IPVS\ AF$  – процент абонентов, пользующихся услугами IP TV одновременно в ЧНН,  
 $IPVSSH$  – коэффициент, показывающий, сколько различных программ одновременно принимается в одном доме.

$$IPVS\ Users = [24 * 0,8] * 0,6 * 1,3 = 16, \text{ аб}$$

$$IPVS\ Users\ HD [24 * 0,25 * 0,8] * 0,6 * 1,3 = 4, \text{ аб}$$

Трансляция может проводиться в двух режимах: multicast и unicast. Например, услуга видео по запросу это один видеопоток, таким образом, количество индивидуальных потоков равно количеству абонентов принимающих эти потоки.

$$IPVS\ US = IPVS\ Users * IPVS\ UU * UUS, \text{ потоков} \quad (3.8)$$

где  $IPVS\ UU$  – коэффициент проникновения услуги индивидуального видео,

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

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		25

$$IPVS\ US = 16 * 0.3 * 1 = 5, \text{ потоков}$$

$$IPVS\ US\ HD = 4 * 0.3 * 1 = 2 \text{ потока}$$

Multicast принимается несколькими абонентами одновременно, следовательно, количество потоков равно:

$$IPVS\ MS = IPVS\ Users * IPVS\ MU, \text{ потоков} \quad (3.9)$$

где  $IPVS\ MU$  – количество абонентов, принимающих групповые видеопотоки.

$$IPVS\ MS = 16 * 0.7 = 12, \text{ потоков}$$

$$IPVS\ MS\ HD = 4 * 0.7 = 3 \text{ потока}$$

Количество доступных multicast потоков зависит от количества предоставляемых программ. В IP TV внутри некоторого сегмента сети одновременно транслируются не все потоки.

Максимальное количество видеопотоков среди доступных и используемых абонентами по multicast вещанию:

$$IPVS\ MSM = IPVS\ MA * IPVS\ MUM, \text{ видеопотоков} \quad (3.10)$$

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

$IPVS\ MUM$  – процент максимального использования видеопотоков.

$$IPVS\ MSM = 120 * 0.7 = 84, \text{ видеопотока}$$

$$IPVS\ MSM\ HD = 50 * 0.7 = 35, \text{ видеопотоков}$$

Транслирование видеопотоков в IP сети может происходить с переменной битовой скоростью. Средняя скорость одного видеопотока, принимаемого со

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		26

спутника, определена 6 Мбит/с. С учетом добавления заголовков IP пакетов и запаса на вариацию битовой скорости скорость передачи одного видеопотока в формате MPEG-2 составит

$$IPVSB = VSB * (1 + SVBR) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с} \quad (3.11)$$

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

$SVBR$  – запас на вариацию битовой скорости,

$OHD$  - отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во входящем потоке

$$IPVSB = 6 * (1 + 0.2) * (1 + 0.1) = 7.92 \text{ Мбит/с}$$

$$IPVSB = 15 * (1 + 0.2) * (1 + 0.1) = 19.8 \text{ Мбит/с}$$

Пропускная способность, требуемая для передачи одного видеопотока в формате MPEG-2 по IP сети в режимах multicast и unicast, рассчитывается как:

$$IPVSMNB = IPVSMs * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (3.12)$$

$$IPVSUNB = IPVSUS * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (3.13)$$

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

$IPVSUS$  – количество транслируемых потоков в режиме unicast,

$IPVSB$  – скорость передачи одного видеопотока.

$$IPVSMNB = 12 * 7.92 = 95 \text{ Мбит/с},$$

$$IPVSUNB = 5 * 7.92 = 40 \text{ Мбит/с}.$$

$$IPVSMNBHD = 3 * 19.8 = 60 \text{ Мбит/с},$$

$$IPVSUNBHD = 2 * 19.8 = 40 \text{ Мбит/с}.$$

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		27

Multicast потоки передаются от головной станции к множеству пользователей, в результате общая скорость для передачи максимального числа multicast потоков в ЧНН составит:

$$IPVS\ MNB_{max} = IPVS\ MSM * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (3.14)$$

где  $IPVS\ MSM$  – число используемых видеопотоков среди доступных,  
 $IPVSB$  – скорость передачи одного видеопотока.

$$IPVS\ MNB_{max} = 84 * 7,92 = 665,28 \text{ Мбит/с.}$$

$$IPVS\ MNB_{max\ HD} = 35 * 19.8 = 693 \text{ Мбит/с}$$

В результате получим общую пропускную способность для одного сетевого узла при предоставлении услуги IP-TV:

$$AB = IPVS\ MNB + IPVS\ UNB, \text{ Мбит/с} \quad (3.15)$$

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

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

$$AB = 95 + 40 = 135 \text{ Мбит/с.}$$

$$AB\ HD = 60 + 40 = 100 \text{ Мбит/с.}$$

### 3.3 Расчет пропускной способности для доступа к сети Интернет

При расчете пропускной полосы для доступа в сеть Интернет следует учесть, что количество активных абонентов в ЧНН может быть различным. Максимальное число активных абонентов за этот промежуток времени вычисляется параметром Data Average Activity Factor (DAAF):

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		28

$$AS = TS * DAAF, \text{ аб} \quad (3.16)$$

где  $TS$  – число абонентов на одном сетевом узле, аб,  
 $DAAF$  – процент абонентов, находящихся в сети в ЧНН.

$$AS = 24 * 0,8 = 20, \text{ аб}$$

Каждому абоненту выделено два канала: прием данных downstream и передачи данных upstream, причем обычно канал upstream меньше downstream. Чтобы определить среднюю пропускную способность сети, необходимую для нормальной работы пользователей, воспользуемся следующим соотношением:

$$BDDA = (AS * ADBS) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с} \quad (3.17)$$

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.

$$BDDA = (20 * 50) * (1 + 0.1) = 1100 \text{ Мбит/с.}$$

Средняя пропускная способность для передачи данных

$$BUDA = (AS * AUBS) * (1 + OHU), \text{ Мбит/с} \quad (3.18)$$

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

$$BUDA = (20 * 40) * (1 + 0.15) = 920 \text{ Мбит/с.}$$

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		29

Пропускная способность сети, когда абонент может передавать и принимать данные на максимальной скорости в ЧНН определяется с помощью коэффициента Data Peak Activity Factor (DPAF):

$$PS = AS * DPAF, \text{ аб} \quad (3.19)$$

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

$$PS = 20 * 0.6 = 12$$

Мах пропускная способность, требуемая для приема данных в час наибольшей нагрузки

$$BDDP = (PS * PDBS) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с} \quad (3.20)$$

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

$$BDDP = (12 * 100) * (1 + 0.1) = 1320 \text{ Мбит/с.}$$

Мах пропускная способность для передачи данных в ЧНН

$$BUDP = (PS * PUBS) * (1 + OHU), \text{ Мбит/с} \quad (3.21)$$

где  $PUBS$  – мах скорость передачи данных, Мбит/с.

$$BUDP = (12 * 100) * (1 + 0.15) = 1380 \text{ Мбит/с.}$$

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

$$BDD = \text{Max} [BDDA; BDDP], \text{ Мбит/с} \quad (3.22)$$

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		30



$$BDU = \text{Max} [BUDA; BUDP], \text{ Мбит/с} \quad (3.23)$$

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

$$BDD = \text{Max}[1100; 1320] = 1320 \text{ Мбит/с},$$

$$BDU = \text{Max}[920; 1380] = 1380 \text{ Мбит/с}.$$

Общая пропускная способность одного сетевого узла, которую необходимо организовать для приема и передачи данных составит:

$$BD = BDD + BDU, \text{ Мбит/с} \quad (3.24)$$

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

$$BD = 1320 + 1380 = 2700 \text{ Мбит/с}.$$

Для предоставления абонентам всех перечисленных услуг, на каждом сетевом узле должна быть обеспечена пропускная способность:

$$\text{ПП}_{\text{узла}} = \text{ПП}_{\text{pWAN}} + AB + BD \quad (3.25)$$

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

$$\text{ПП}_{\text{узла}} = 0 + 2700 + 135 + 100 = 2935 \text{ Мбит/с}.$$

Общая нагрузка с одного коммутатора, который будет обслуживать 24 абонента составляет почти 3 Гбит/с. Чтобы обеспечить uplink канал с одного коммутатора, необходимо использовать либо 3 порта по 1 Гбит/с, либо выбирать

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		31

оборудование, которое имеет 10Гбит/с порты. Следует учитывать тот факт, что расчеты учитывают полную загруженность сети, и в реальных условиях она может быть меньше. Но, чтобы избежать проблем с качеством доступа к услугам в дальнейшем, необходимо на этапе закупки оборудования обеспечить хороший uplink канал.

В случае если будут закупаться коммутаторы с 10G uplink портами, то количество агрегаторов будет равно:

$$N_{agr} = [N_{acc} / 24] \quad (3.26)$$

$$N_{agr} = 121 / 24 = 6$$

В случае использования в качестве uplink канала 1G портов потребуется установка в каждый шкаф оптического кросса на 3 порта для каждого коммутатора, это позволит объединить исходящий канал в 1. В качестве схемы включения агрегаторов обычно используется либо кольцо, либо звезда с дополнительным портом на резервирование.

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		32

## 4. ПРОЕКТ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ ГОРОДА ЗАОЗЕРСКА

### 4.1 Выбор оборудования для проектируемой мультисервисной сети связи города Заозерска

Сеть в городе будет строиться по технологии FTTB, следовательно, до дома (до коммутатора доступа) будет проведен оптический кабель, а абонентские терминалы будут включены через медный кабель.

Проект предполагает включение в существующую сеть оператора, например ПАО «Ростелеком», в таком случае будут задействованы биллинговые системы учета стоимости, а также авторизации, которые уже имеются и успешно функционируют. Также нет необходимости закупать маршрутизатор, систему организации IP-TV, систему организации телефонии. Актуальным будет вопрос расширения серверной части. Рекомендации в проекте будут затрагивать лишь модернизацию сети ШПД уровня доступа и агрегации.

Рынок телекоммуникационного оборудования представлен большим количеством компаний, которые предлагают широкий ассортимент профессионального и качественного оборудования (Cisco Systems, Huawei, Zyxel, АЛСиТЕК, QTECH, D-Link, ЗСОМ и др. Подробно ознакомиться с продукцией этих компаний можно на электронных ресурсах этих компаний.

В качестве оборудования для реализации мультисервисной сети выбрано оборудование марки Eltex в частности:

**Доступ.** В домах будет размещаться коммутаторы серии DGS-1510 [25]. Эта серия включает в себя коммутаторы SmartPro с портами 10G и является идеальным решением для развертывания сетей предприятий малого и среднего бизнеса (SME/SMB). Серия DGS-1510 обеспечивает надежное соединение и позволяет легко масштабировать существующую сеть. Коммутаторы данной

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		33

серии оснащены 16, 24 или 48 портами 10/100/1000 Мбит/с, а также 2 или 4 портами 10G SFP+, используемыми для стекирования или uplink-соединения.

Коммутаторы с поддержкой PoE идеально подходят для корпоративных клиентов, в сетях которых используются VoIP-сервисы, беспроводные точки доступа и сетевые видеокамеры. Коммутатор DGS-1510-28P с 24 портами PoE поддерживает стандарт 802.3at (до 30 Вт выходной мощности на порт) и обеспечивает подачу питания на различные устройства с поддержкой PoE, позволяя расширить существующую сеть по мере роста предприятия, а также ввести в использование новейшие технологии без избыточных затрат.

**Агрегация.** Функции агрегатора трафика будет выполнять управляемый коммутатор Eltex MES-5324 [26] – это управляемый коммутатор уровня L2+, для организации сетевой агрегации малого и среднего размера в корпоративном сегменте и операторских сетях.

Благодаря современным функциям данного коммутатора обеспечивается физическое стекирование, поддерживаются виртуальные локальные сети, поддерживаются многоадресные группы рассылки и расширенные функции по организации безопасности сети.

MES-2324 имеет развитые функции сетевого уровня L2, поддерживает статическую и динамическую маршрутизацию. Из-за того, что все интерфейсы коммутатора работают на скорости 1 Гбит/с или 10 Гбит/с, коммутатор имеет запас по производительности для дальнейшего расширения сети. Его высокая производительность – 128 Гбит/с достигнута за счет чипа Marvel.

**L3 коммутатор.** Управление сетью на L3 будет организовано с помощью Коммутатор Juniper EX4550 [27]. Семейство компактных масштабируемых Ethernet-коммутаторов EX4500 - это экономичные, энергоэффективные высокопроизводительные платформы коммутации для ЦОД надстроечных сетевых топологий или топологий «end-of-row», в кампусных сетях и развертывания в средах поставщиков услуг.

Устройство EX4500 формфактора 2RU имеет 40 сдвоенных портов GbE/10GbE с полной поддержкой уровней 2 и 3 на скорости передачи данных по

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		34

кабелю. Дополнительные высокоскоростные uplink-модули содержат восемь портов 10GbE. Устройство EX4550 формфактора 1RU имеет 32 порта GbE/10GbE с поддержкой скорости передачи данных по кабелю с двумя слотами расширения для установки дополнительных модулей, увеличивающих плотность портов до 48.

Устройства Juniper EX4500 поддерживает протоколы динамической маршрутизации уровня 3, такие как RIP и OSPF, BGP и IS-IS, сервисы сетей MPLS, такие как сети VPN уровней 2 и 3, и реализует полный набор функций обеспечения качества обслуживания (QoS). Так же EX4550 может выступать в качестве коммутатора ядра для малого кампуса, обеспечивая высокую производительность на каждый порт. Так же, коммутаторы Juniper EX4550 предназначен для требовательных приложений дата центров где ключевыми факторам являются высокая производительность, отказоустойчивость и эффективность. Коммутатор поддерживает два типа обдува: back-to-front и front-to-back. Еще вариант применения устройства Juniper EX4550 в качестве транзитного коммутатора FCoE являясь высокопроизводительным решением для конвергентной серверной среды, обеспечивая связь между FCoE серверной фермой и FC хранилищем (SAN). Так же EX4550 поддерживает FC Initiation Protocol (FIP) snooping, что позволяет защитить периметр SAN от нежелательного трафика со стороны Ethernet.

На рисунке 4.1 приведена схема организации связи для предоставления мультисервисных услуг жителям города Заозерск.

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		35

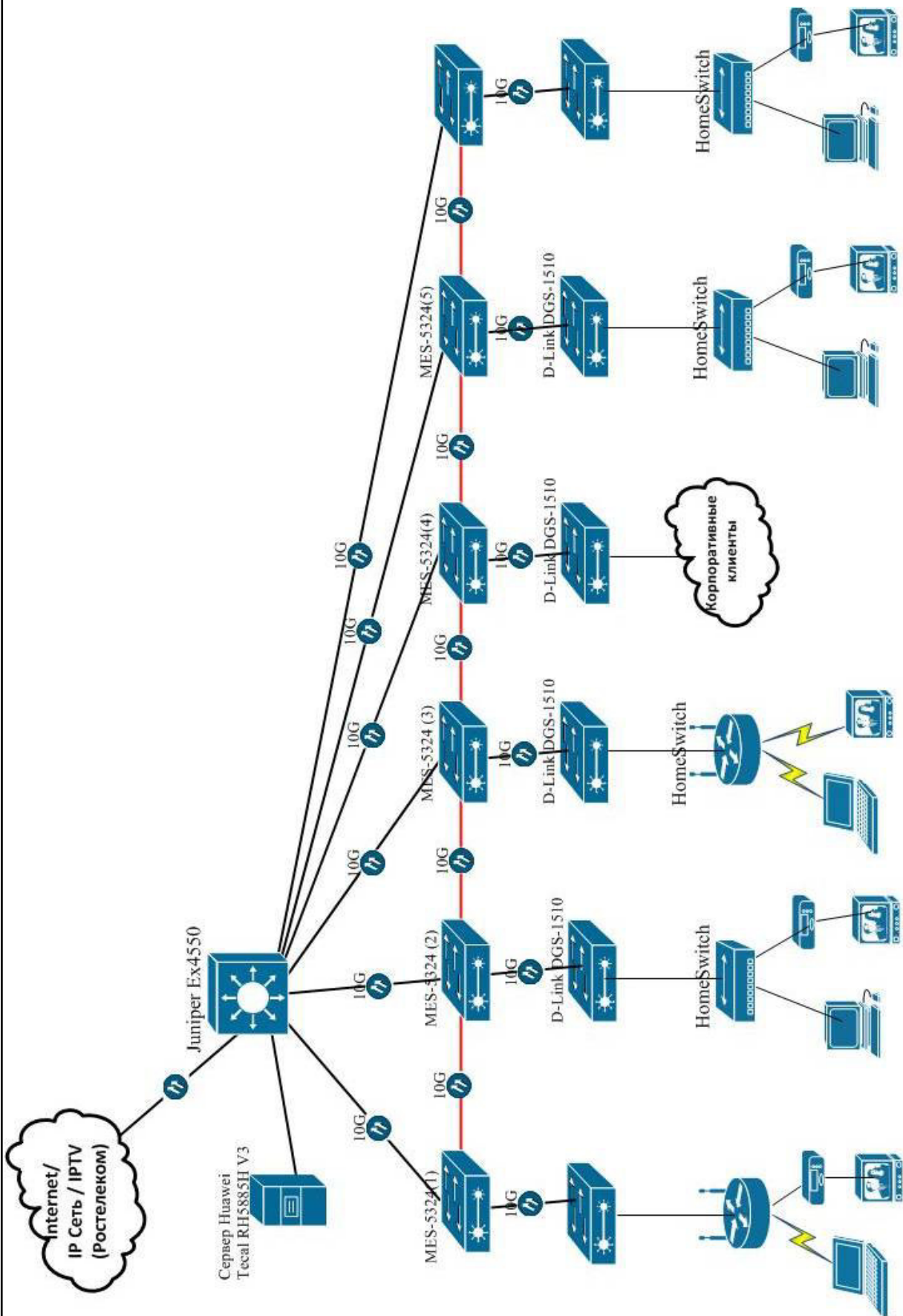


Рисунок 4.1 – Проект сети связи в городе Заозерск

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

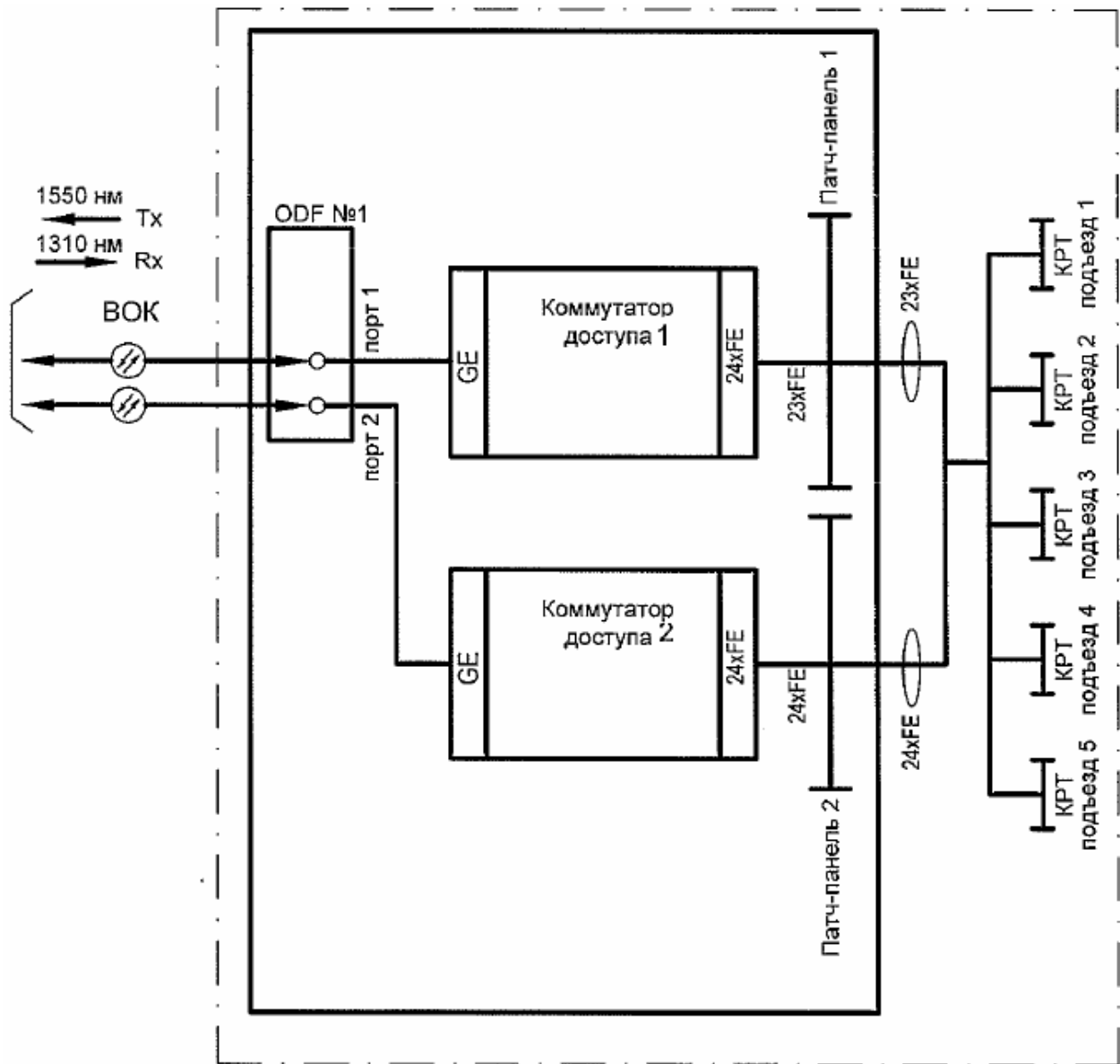
11070006.11.03.02.004.ПЗВКР

Лист

36

Схема включения оборудования следующая: на АТС будет смонтирована стойка, в которой будет установлен коммутатор L3 Juniper EX4550. Помимо этого в стойку будут установлены коммутаторы агрегации, каждый из которых будет подключен к L3 устройству. Для повышения надежности сети будет организовано резервное подключение агрегаторов (красная линия) к соседям через uplink порт. Агрегатор имеет 4 таких порта, что позволит организовать резервирование и дублирование участков сети на случай выхода устройств из строя. Схема организации связи для узла доступа из двух коммутаторов приведена на рисунке 4.2.

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		37



**Рисунок 4.2 – Схема организации связи**

Коммутаторы доступа подключаются через оптический кабель к агрегатору, для такого подключения используется специальный оптический кросс ODF. Абонентские терминалы подключаются к коммутатору доступа через медный кабель, а точнее через КРТ (коробка распределительная телефонная). Помимо подключения к сети физических лиц, предусмотрено подключение корпоративных клиентов – юридических лиц и государственных организаций (администрация и образовательные учреждения).

Подключение таких абонентов может быть либо по средством предоставления абонентского терминала и выделенного канала, либо



организация может оплатить построение многофункциональной локальной сети и оплачивать дальнейшее администрирование этой сети. Вторым вариантом выгоден организациям, так как они получают обслуживание от высококвалифицированных специалистов. При этом оплата осуществляется за фактически выполненные работы, что исключает необходимость нанимать в штат специалиста.

В случае с организацией сетей для образовательных учреждений или других организаций специалисты настроят необходимые защиты от доступа к нежелательному контенту.

Оборудование агрегации и L3 коммутатор располагаются на АТС. Для размещения используется стойка 19U, в которую монтируются коммутаторы, оптический кросс, электропитающее оборудование. Пример размещения оборудования в стойке приведено на рисунке 4.3

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		39

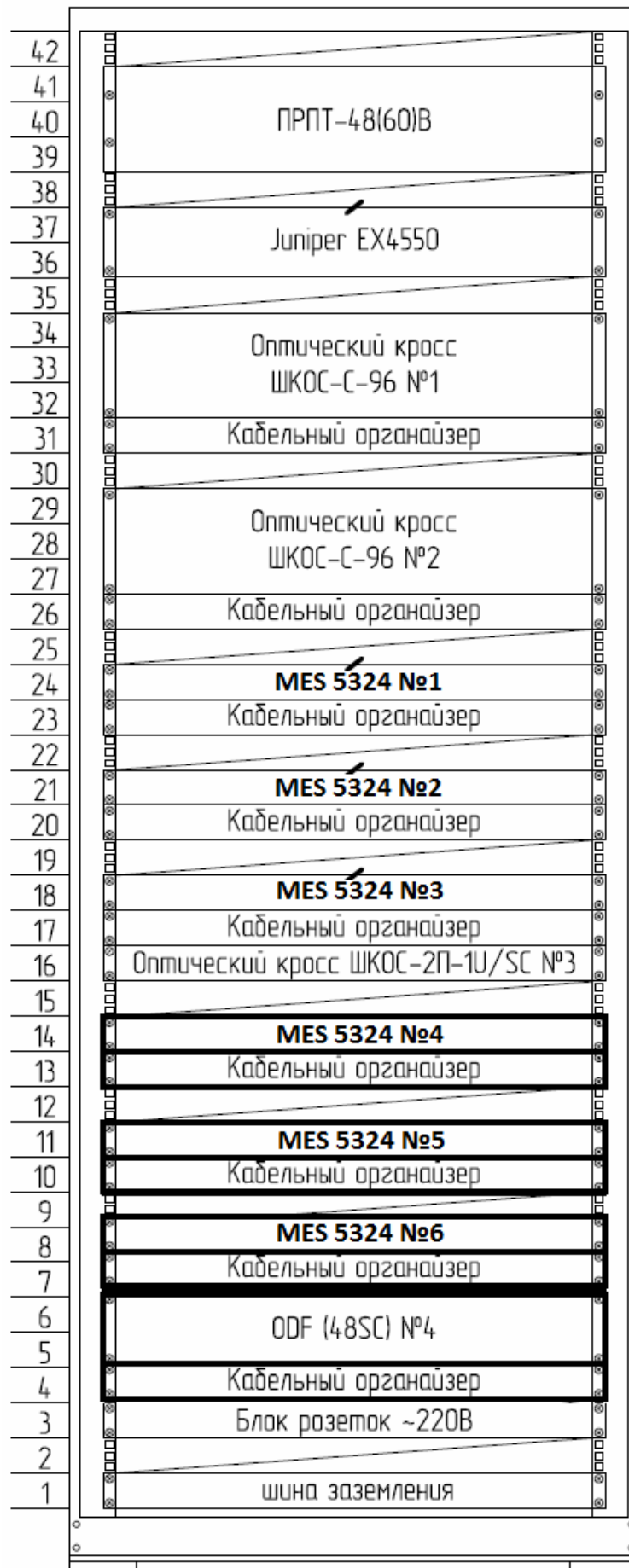


Рисунок 4.3 – Размещение оборудования в стойке

Организация подсетей на агрегаторах: каждый агрегатор имеет 24 порта, которым подключаются устройства доступа. С этим случае можно организовать подсеть на 32 адреса, 24 порта коммутатора, адрес подсети, шлюз и широковещательный. В таблице 4.1 приведены адреса для первых 5 сетей, остальные записываются аналогично.

**Таблица 4.1 – Список IP адресов**

Номер сети	IP адрес сети/Маска	IP адрес шлюза/ Широковещательный IP адрес	Диапазон IP адресов для абонентов
1	192.168.1.0/27	192.168.1.1 / 192.168.1.31	192.168.1.2-192.168.1.30
2	192.168.1.32/27	192.168.1.33 / 192.168.1.63	192.168.1.34-192.168.1.62
3	192.168.1.64/27	192.168.1.65 / 192.168.1.95	192.168.1.66-192.168.1.94
4	192.168.1.96/27	192.168.1.97 / 192.168.1.127	192.168.1.98-192.168.1.126
5	192.168.1.128/27	192.168.1.129 / 192.168.1.159	192.168.1.130-192.168.1.158
6	192.168.1.160/27	192.168.1.161 / 192.168.1.191	192.168.1.162-192.168.1.190

Для каждого ТКД потребуется организовать подсеть, не более чем на 12 адресов, этого будет достаточно для управления коммутаторами доступа, устройством мониторинга, ИБП и датчиками.

Подключение оборудования к электрической сети выполняется по согласованию схемы электроснабжения распределительной сети для каждой точки установки оборудования. Вариант такой схемы приведен на рисунке 4.4.

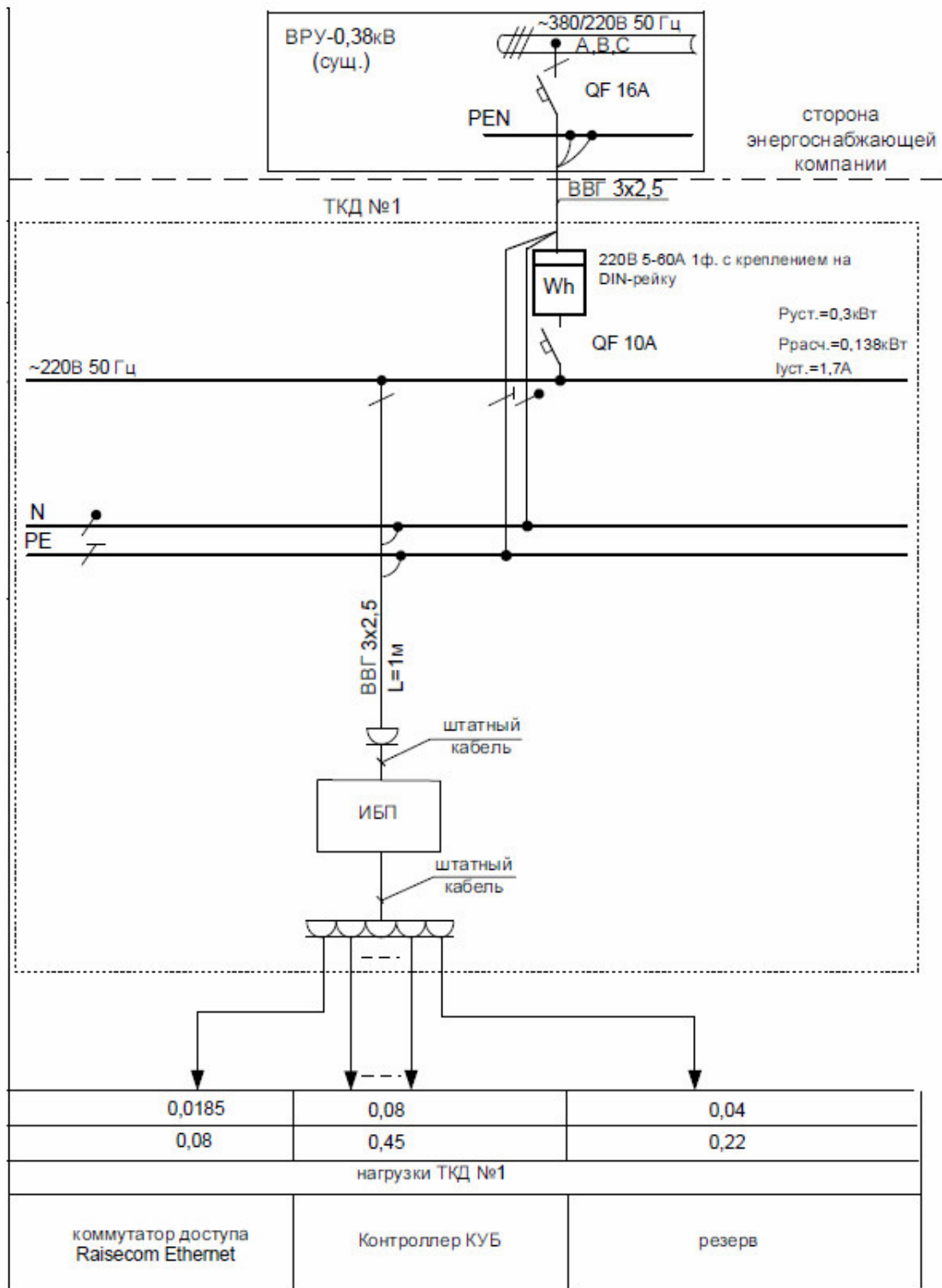


Рисунок 4.4 – схемы электроснабжения распределительной сети для ТКД

## 4.2 Выбор типа линии связи и план размещения оборудования

Для соединения коммутаторов используется оптический кабель. Кабель выбирается исходя из климатических условий района, а также варианта прокладки (грунт, канализация, подвес и т.д.). Выбранный кабель должен соответствовать всем необходимым требованиям. В работе выбран кабель ОГЦ-8А[28], ОМЗКГМ-10-01-0,22[29], который полностью удовлетворяют всем необходимым требованиям (рисунок 4.5).

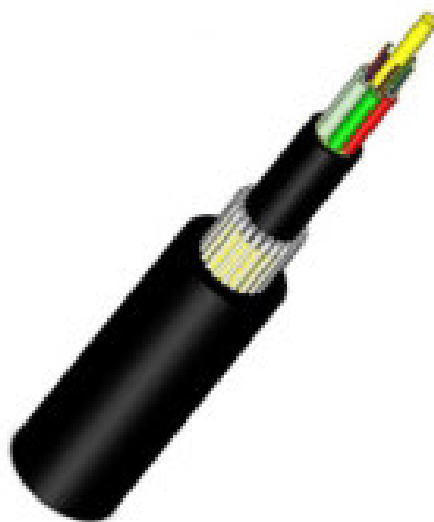


Рисунок 4.5 – Кабель ОМЗКГМ-10-01-0,22

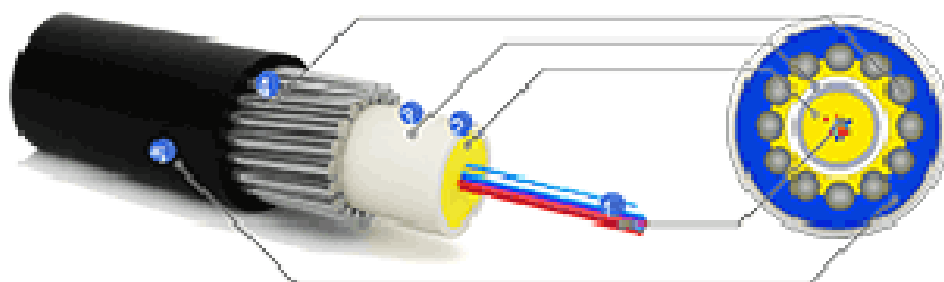


Рисунок 4.6 – Кабель ОГЦ-8А

С подробными характеристиками кабелей можно ознакомиться на сайте

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		43

продавца.

Территориально неподключенные дома находятся в разных районах города. Для подключения отдельностоящих домов потребуется установка разветвительной муфты и прокладка оптического кабеля до дома. На рисунках 4.7-4.9 приведен вариант схемы прокладки кабеля по территории города Заозерск.



Рисунок 4.7 – Ситуационная схема трассы прокладки кабеля (Фрагмент 1).



Рисунок 4.8 – Ситуационная схема трассы прокладки кабеля (Фрагмент 2).

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.004.ПЗВКР

Лист

45

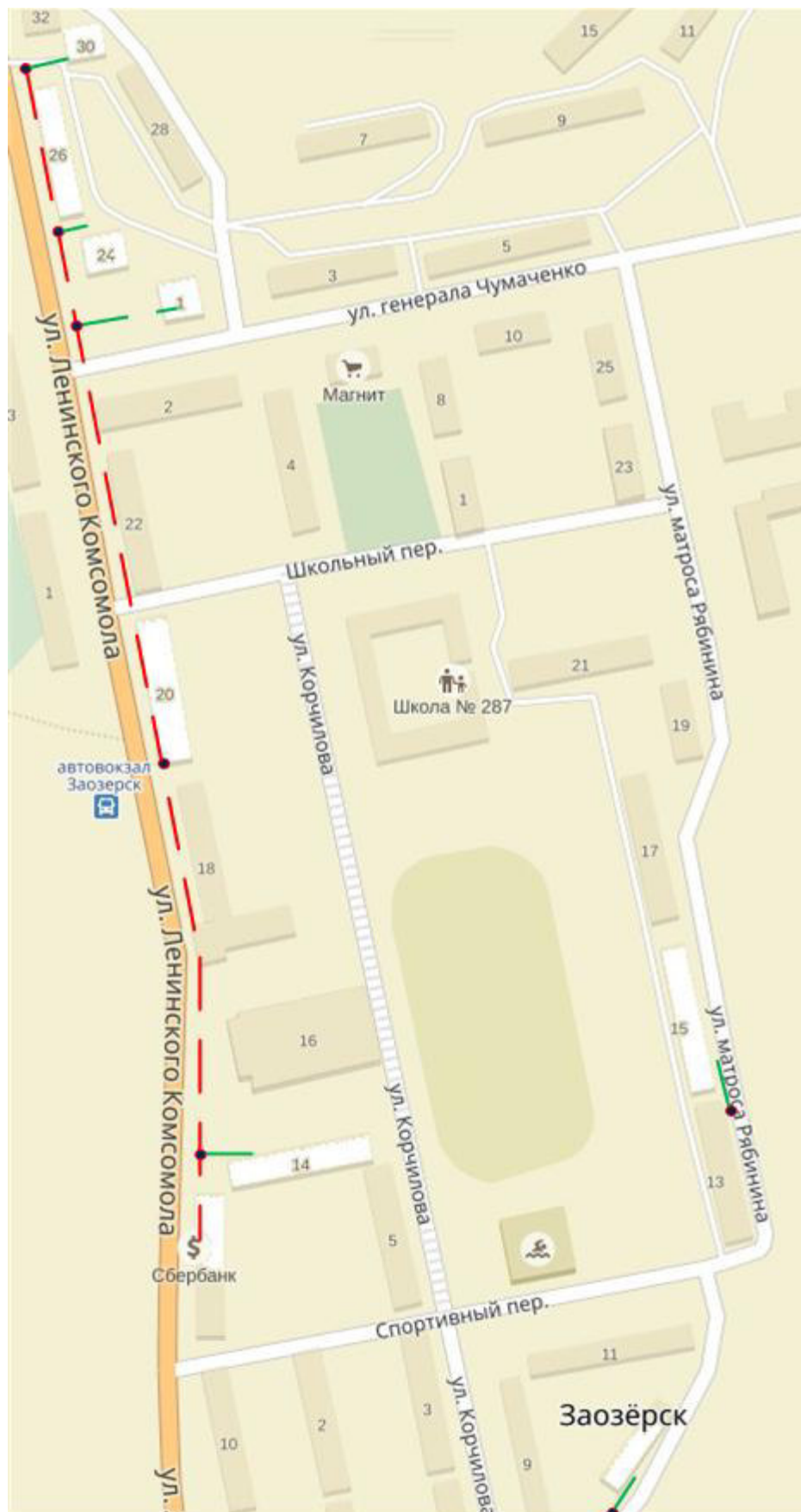


Рисунок 4.9 – Ситуационная схема трассы прокладки кабеля (Фрагмент 3).

На рисунках кругом обозначено место размещения разветвительной

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.004.ПЗВКР

Лист

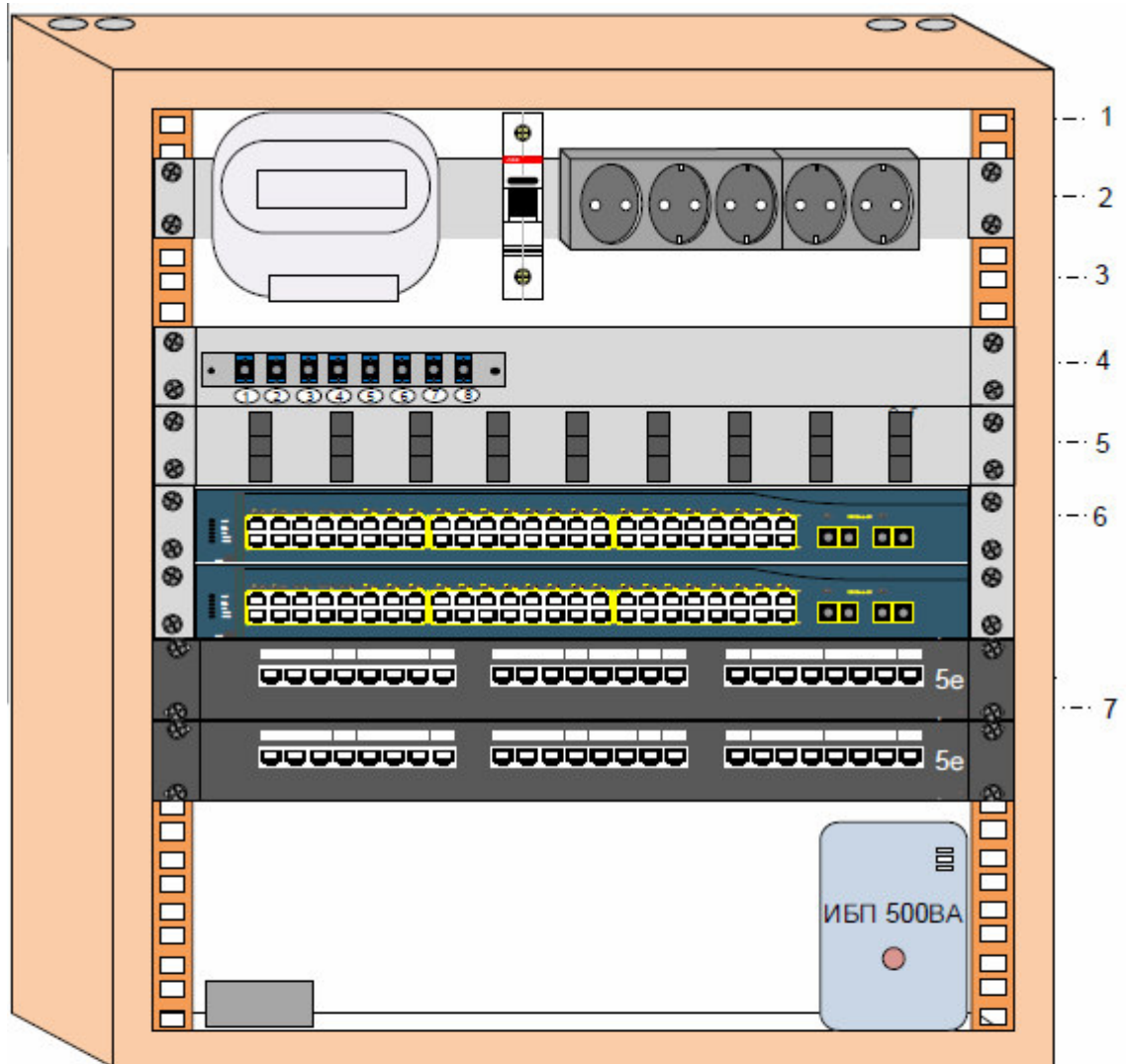
46



муфты для разделения оптического кабеля и отвода его в жилой дом. На рисунках 4.8 и 4.9 отвод кабеля осуществляется от оптического кабеля, который уже проложен на ранних этапах модернизации телекоммуникационной сети. На прокладку потребуется около 1,3 км кабеля. Зеленым цветом показан кабель ОГЦ-8А, который используется для прокладки от муфты непосредственно в дом. Красным обозначен кабель ОМЗКГМ-10-01-0,22, который используется в качестве магистрали между домами.

В доме оборудование размещается в специальном настенном антивандальном шкафу (ШАН), иногда именуемом как точка коллективного доступа (ТКД). Вариант размещаемого в доме шкафа приведен на рисунке 4.10.

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		47



(1-3)- Вводно-распределительное устройство в составе: DIN Рейка 3U, вводной автомат на 16А, блок из 5-ти розеток на 220В переключатель электропитания розеток «ИБП-Сеть»

- 4- Кросс оптический
- 5- Органайзер для патчкордов
- 6- Коммутатор
- 7- Патч панель на 24 порта 5е категории

Так-же шкаф комплектуется:

- Источник бесперебойного питания 500ВА, RS-232-1шт
- Шнур оптический
- Устройство мониторинга
- Кабель патч-корд UTP 5е, RG-45, 0,5m
- Датчик открытия двери

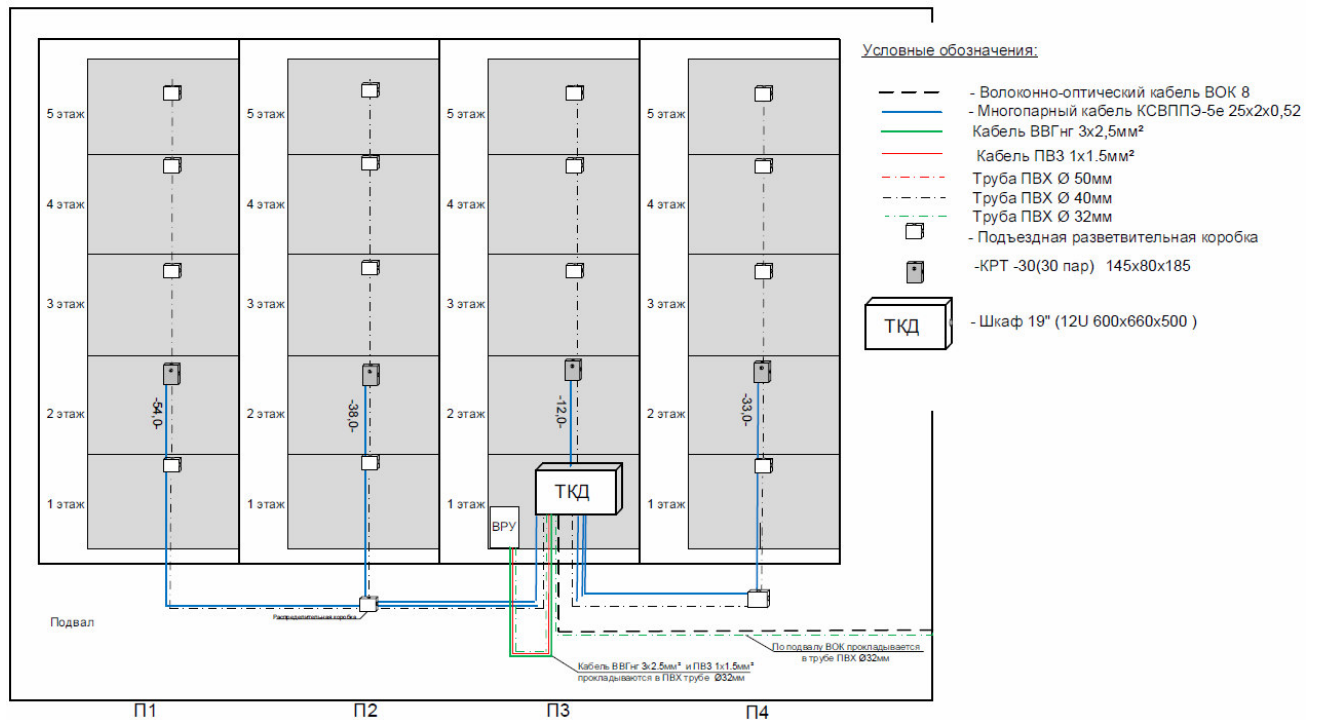
**Рисунок 4.10 – Размещение оборудования в телекоммуникационном распределительном шкафу ТКД (точка коллективного доступа)**

При построении СКС патч панели применяются в стойках и телекоммуникационных шкафах для обеспечения аккуратной и высококачественной коммутации кабелей. Для каждой линии выделяется отдельный порт патч панели. Патч панель представляет собой блок розеток,

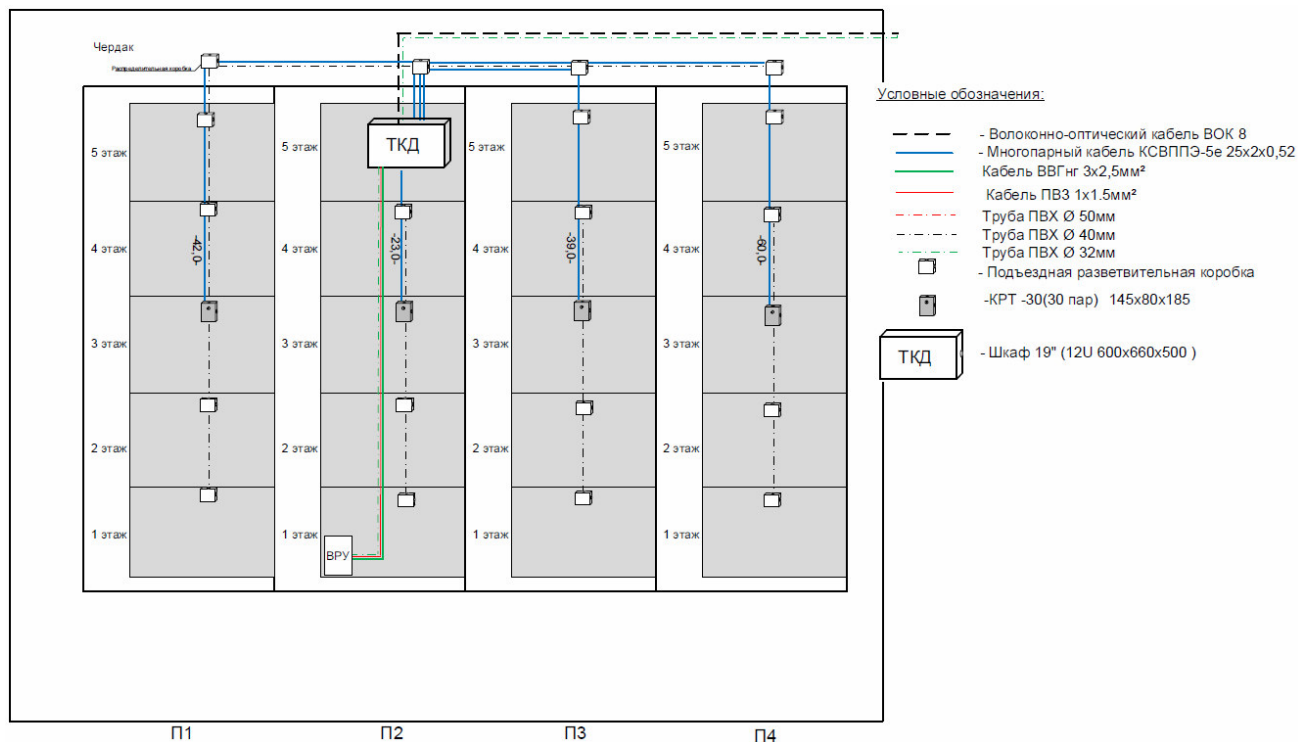
					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		48

количество которых соответствует числу портов. Например, блок из 24 розеток – это панель на 24 порта. Оптический кросс необходим для подключения коммутатора доступа к агрегатору. Кросс имеет несколько разъемов, что позволяет подключить к волоконному кабелю несколько устройств.

На рисунке 4.11 приведен пример размещения оборудования в доме, который состоит из нескольких подъездов.



а)



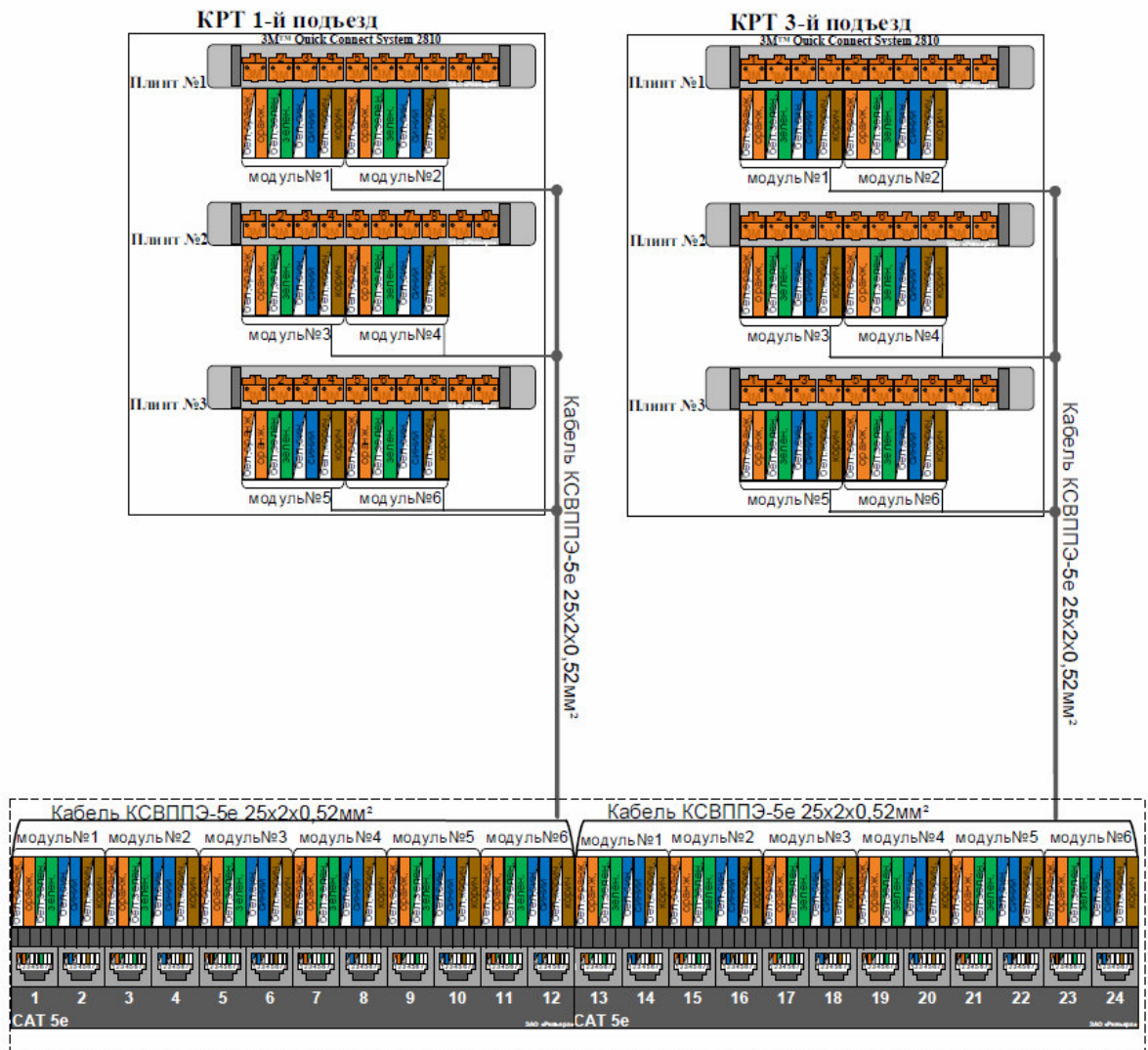
б)

**Рисунок 4.11 – Размещение оборудования доступа в жилом доме: а) размещение оборудование в подвале, б) размещение оборудования на чердаке**

Кабель между этажами прокладывается либо по слаботочной кабельной системе, либо осуществляется монтаж отдельной межэтажной кабельной канализации, которая выполняется из ПВХ труб.

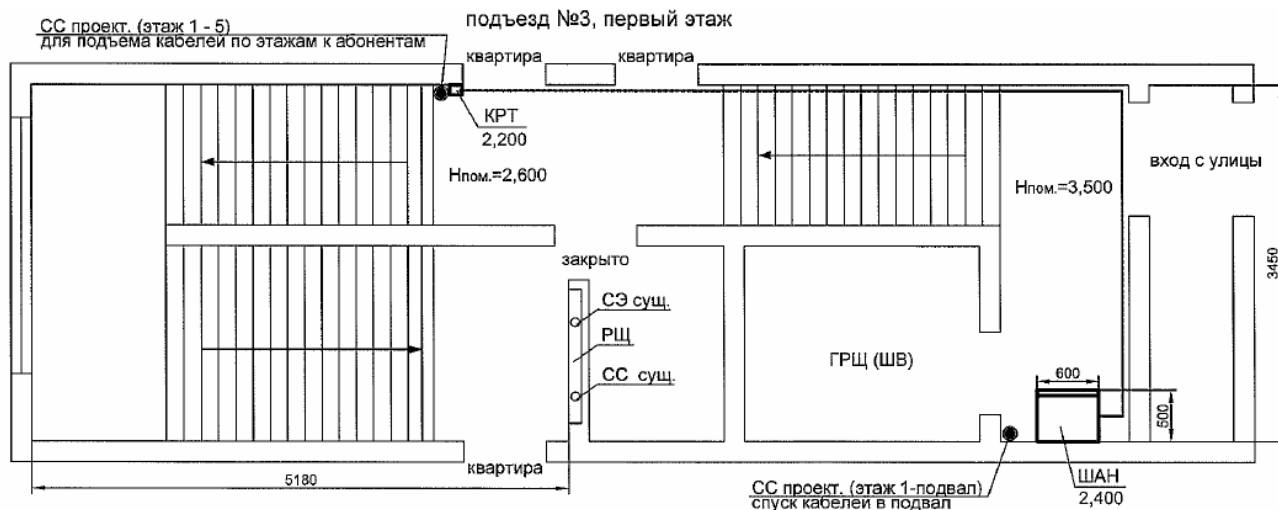
Для удобства подключения абонентов, чтобы постоянно не протягивать кабель до коммутатора, предусмотрено размещение на этажах плинтов, к которым протягивается кабель от патч-панели. Таким образом, подключение абонента к коммутатору заключается в протягивании кабеля от абонентского устройства до плинта. Это существенно ускоряет процесс подключения абонента. Пример расшивки многопарного кабеля приведен на рисунке 4.12.

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		50



**Рисунок 4.12 – Пример расшивки многопарного кабеля**

Для подключения абонентского оборудования, необходимо протянуть кабель от распределительной коробки до абонентского устройства. Для ввода кабеля в квартиру высверливается отверстие, оно должно сверлиться на безопасном расстоянии от электрической проводки, чтобы избежать ее повреждения. На рисунке 4.13 показан пример размещения телекоммуникационного оборудования на этаже.



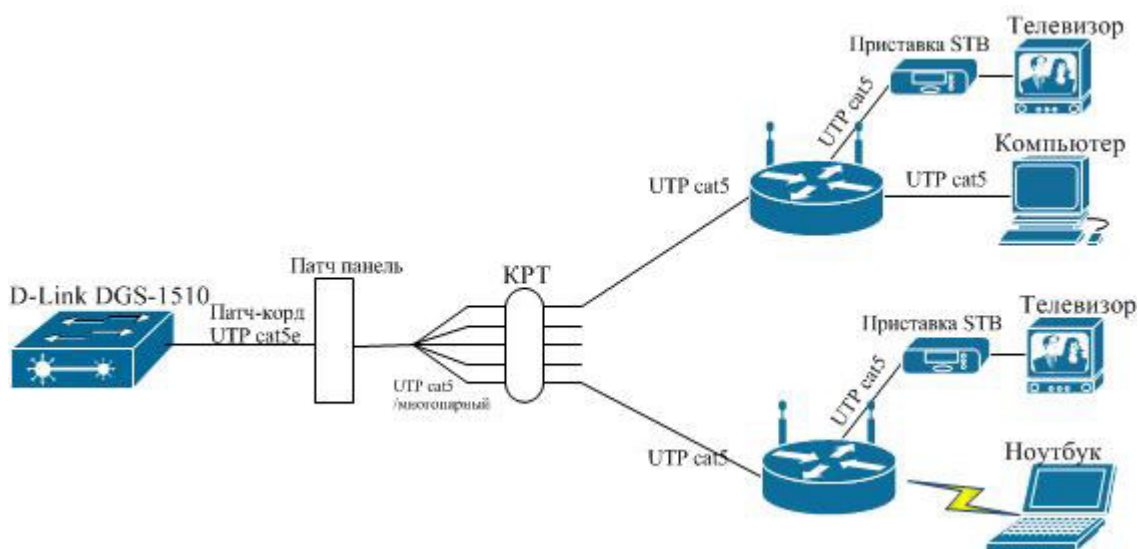
Условные обозначения:

- - существующее оборудование;
- - проектируемое оборудование;
- - трасса кабеля КСВГПэ-5е 25х2 (ШАН - КРТ (подъезд 3));
- К - коробка протяжная;
- СЭ сущ. - существующий электрический стояк;
- СС сущ. - существующий слаботочный стояк;
- СС проект. - проектируемый слаботочный стояк (проектируемая трубостойка).

**Рисунок 4.13– Варианты подключения абонентского оборудования**

Помимо элементов телекоммуникационной сети на рисунке указано расположение главного распределительного щита/вводной шкафа (ГРЩ/ШВ), распределительного щита (РЩ), а также возможные варианты прокладки кабеля: через существующую слаботочную канализацию или через новую.

Схема включения абонентского оборудования приведена на рисунке 4.14.



**Рисунок 4.14– Варианты подключения абонентского оборудования**

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.004.ПЗВКР

Лист

52

Подключение абонента к телекоммуникационной сети заканчивается после демонстрации всех услуг: абонент должен подтвердить демонстрацию работоспособности услуги доступа к сети интернет и просмотра ТВ каналов.

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		53

# 5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

## 5.1 Расчет капитальных вложений на оборудование и строительномонтажные работы

Размещение оборудования производится на существующих площадях, поэтому затраты на строительство новых зданий не предусмотрены. Смета затрат на приобретение необходимого оборудования и других материалов представлена в таблице 5.1. Данные из таблицы взяты с электронных ресурсов: <http://junipershop.ru>, <http://www.stss.ru>, <http://anlan.ru>, [srv-trade.ru](http://srv-trade.ru), <https://shop.nag.ru>, <https://skomplekt.com>, <https://ziteks.ru>,

**Таблица 5.1 – Капитальные вложения в оборудование и материалы**

№ п/п	Наименование	Кол-во единиц	Стоимость, руб.	
			за единицу	всего
1.	D-Link DGS-1510	121	14950	1808950
2.	Eltex MES5324	6	183300	1099800
3.	Juniper EX4550	1	778829	778829
4.	SFP+ модуль DEM-432XT-DD	150	13039	1955850
5.	SFP+ модуль	20	8710	174200
6.	Кросс ODF 8 SC/UPS 19" 1U	43	1 776	76368
7.	Сервер Huawei Tecal RH5885H V3	1	1147000	1147000
8.	Шкаф телекоммуникационный	43	7102	305386
9.	Расходные материалы для монтажа ВОЛС	1	1000000	1000000
10.	Патч панель на 24 порта 5е категории	121	1280	154880
11.	ИБП	43	5500	236500
12.	Расходные материалы на СКС	1	500000	500000
<b>Итого:</b>			<b>9237763</b>	



Капитальные затраты на оборудование рассчитываются по формуле:

$$K_{обор} = K_{np} + K_{тр} + K_{смр} + K_{м/у} + K_{зср} + K_{нпр}, руб \quad (5.1)$$

где  $K_{np}$  – Затраты на приобретение оборудования;

$K_{тр}$  – транспортные расходы (3% от  $K_{np}$ );

$K_{смр}$  – строительно-монтажные расходы (20% от  $K_{np}$ );

$K_{зип}$  – затраты на запасные элементы и части (5% от  $K_{np}$ );

$K_{нпр}$  – прочие непредвиденные расходы (3% от  $K_{np}$ ).

$$K_{обор} = K_{np} + K_{тр} + K_{смр} + K_{м/у} + K_{зср} + K_{нпр} =$$

$$(1 + 0,03 + 0,2 + 0,05 + 0,03) * 9237763 = 12101469 руб$$

Затраты на строительство и ввод в эксплуатацию линейно-кабельных сооружений представлены в таблице 5.2.

**Таблица 5.2 – Капитальные вложения на строительство и ввод в эксплуатацию линейно-кабельных сооружений**

Наименование	Количество единиц/м	Стоимость, руб	
		за единицу, м	всего
Кабель ОГЦ-8А	400	23,96	
Кабель ОМЗКГМ-10-01-0,22	900	50,67	
Кабель КСВПЭ 5е 25	8000	32,6	
Кабель UTP cat5e	120000	4,5	
			<b>Итого: 855987</b>

Капитальные затраты на строительство ВОЛС составят:

$$K_{лкс} = L * Y, тыс. руб \quad (5.2)$$

где  $K_{лкс}$  – затраты на прокладку кабеля;

L – протяженность кабельной линии;

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		55

У – стоимость 1 км прокладки кабеля;

$$K_{\text{ЛКС}} = 1300 * 200 + 2142 * 400 = 1116800 \text{ руб}$$

Суммарные затраты на приобретение оборудования, кабеля и других компонент мультисервисной сети составят:

$$KB = 12101469 + 855987 + 1116800 = 14074256$$

## 5.2 Расчет эксплуатационных расходов

Эксплуатационные расходы включают в себя:

1. Затраты на оплату труда – необходимо сформировать фонд заработной платы для оплаты труда сотрудников.
2. Единый социальный налог – согласно законодательству РФ определить сумму отчислений в пенсионный фонд и т.д.
3. Амортизация основных фондов – рассчитать отчисления на формирование фонда замены оборудования
4. Материальные затраты и прочие производственные расходы.

**Затраты на оплату труда.** Для расчета годового фонда заработной платы необходимо определить численность штата производственного персонала. В случае если проект будет реализован компанией ПАО «Ростелеком», то обслуживание будет производиться уже имеющимся персоналом. Расширить персонал можно на 1 штатную единицу. Рекомендуемый состав персонала приведен в таблице 5.3.

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		56

**Таблица 5.3 – Состав персонала**

Наименование должности	Оклад	Количество, чел.	Сумма з/пл, руб.
Системный администратор	40000	1	40000
Итого		<b>1</b>	<b>40000</b>

Годовой фонд оплаты труда составит:

$$\text{ФОТ} = \sum_{i=1}^k (T * P_i * I_i) * 12, \text{руб.} \quad (5.3)$$

где 12 – количество месяцев в году;

T – коэффициент премии

P<sub>i</sub> – заработная плата работника каждой категории.

$$\text{ФОТ} = 40000 * 1,4 * 1,2 * 12 = 806400 \text{ руб.}$$

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

$$\text{СВ} = 0,3 * \text{ФОТ} \quad (5.4)$$

$$\text{ФОТ} = 806400 * 0,3 = 241920 \text{ руб.}$$

**Амортизационные отчисления.** Эти отчисления на содержание производственных фондов компании, т.е. на замену/ремонт оборудования. Этот показатель рассчитывается с помощью утвержденных норм амортизационных отчислений или с учетом срока службы оборудования:

$$AO = T / F \quad (5.5)$$

где T – стоимость оборудования;

F – срок службы оборудования.

$$AO = 9237763 / 10 = 923776 \text{ руб.}$$

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		57

### Материальные затраты.

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

$$Z_H = T * 24 * 365 * P, \text{ руб} \quad (5.5)$$

где  $T = 2,62$  руб./кВт · час – тариф на электроэнергию

$P = 2,5$ кВт – суммарная мощность установок.

Тогда, затраты на электроэнергию составят

$$Z_{ЭН} = 2,62 * 24 * 365 * 2,5 = 57378, \text{ руб.}$$

б) затраты на материалы и запасные части включены в статью амортизационные отчисления

$$Z_{мз} = 0 \quad (5.6)$$

Таким образом, общие материальные затраты равны

$$Z_{общ} = 57378 \text{ руб.}$$

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

$$Z_{пр} = 0.05 * \text{ФОТ} \quad (5.7)$$

$$Z_{эк} = 0.07 * \text{ФОТ} \quad (5.8)$$

Прочие расходы равны:

$$Z_{прочие} = Z_{пр} + Z_{эк} = 806400 * 0,12 = 96768, \text{ руб.}$$

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		58

Результаты расчета годовых эксплуатационных расчетов сводятся в таблицу 5.4

**Таблица 5.4 – Результаты расчета годовых эксплуатационных расходов**

Наименование затрат	Сумма затрат, руб.
1. ФОТ	806400
2. Страховые взносы	241920
3. Амортизационные отчисления	923776
4. Общие материальные затраты	57378
5. Прочие расходы	96768
<b>Итого:</b>	<b>2126242</b>

### 5.3 Определение доходов от основной деятельности

Доходы провайдера от предоставления услуг населению имеют два вида – единовременные (оплата за подключение услуги) и периодические (абонентская плата за предоставление доступа к услугам). Срок окупаемости вложений будет зависеть от получаемого дохода, который основан на количестве подключенных абонентов. Предполагаемое количество абонентов, которое будет подключаться к сети в определенный период, приведено в таблице 5.5.

**Таблица 5.5 – Количество подключаемых абонентов по годам**

Год	Доступ к сети Интернет	IP-TV	Видео по запросу
	Физ. лица	Физ. лица	Юр. лица
1	921	686	50
2	750	600	50
3	471	429	50
<b>Всего абонентов</b>	<b>2142</b>	<b>1714</b>	<b>150</b>

Тарифы за пользование услугами будут следующие: Доступ к сети Интернет и ТВ согласно описанным в главе 1 тарифам ПАО «Ростелеком»,

средний расход на VOD 100 рублей в месяц. На основании определенной цены за услуги проведен расчет ежегодного дохода.

**Таблица 5.6 – Общие доходы от подключения абонентов и предоставления услуг по годам.**

Год	Доход, руб.	
	За месяц	За год
1	1071767	12861206
2	819219	9830628
3	533249,2	6398990

На основании расчетов предполагаемого дохода за год определим основные экономические показатели проекта.

#### 5.4 Определение оценочных показателей проекта

В первую очередь определим срок окупаемости проекта. Его можно оценить при использовании расчета чистого денежного дохода ( $NPV$ ), который показывает величину дохода на конец  $i$ -го периода времени. Метод основан на сопоставлении величины исходных инвестиций ( $IC$ ) с общей суммой дисконтированных чистых денежных поступлений ( $PV$ ) за весь расчетный период.

$$NPV = PV - IC \quad (5.9)$$

где  $PV$  – денежный доход, рассчитываемый по формуле (5.10);

$IC$  – отток денежных средств в начале  $n$ -го периода, рассчитываемый по формуле (5.11).

$$PV = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} \quad (5.10)$$

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

$$IC = \sum_{n=1}^m \frac{I_n}{(1+i)^n} \quad (5.11)$$

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

Ставка дисконта — это ожидаемая ставка дохода на вложенный капитал в сопоставимые по уровню риска объекты инвестирования на дату оценки. Примем ставку дисконта равную 15%. В таблице 5.7 приведен расчет дисконтированных доходов и расходов, а также чистый денежный доход с учетом дисконтирования, параметр  $P_n$  показывает доход, полученный за текущий год.

**Таблица 5.7 – Оценка экономических показателей проекта с учетом дисконта**

Год	P	PV	I	IC	NPV
0	0	0	16200498	16200498	-16200498
1	12861206	11183657	2126242	18049404	-6865747
2	22691834	28341944	2126242	19657149	8684795
3	29090824	47469633	2126242	21055187	26414446
4	29090824	64102406	2126242	22270873	41831533
5	29090824	78565687	2126242	23327991	55237696

Определим срок окупаемости ( $PP$ ) проекта на основании полученных сумм затрат и доходов от абонентов:

$$PP = T + \frac{|NPV_{n-1}|}{(|NPV_{n-1}| + NPV_n)} \quad (5.12)$$

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.

$$PP = 2 + \frac{6865747}{(6865747 + 8684795)} = 2,5$$

Индекс рентабельности - относительный показатель, характеризующий отношение приведенных доходов приведенным на ту же дату инвестиционным расходам.

$$PI = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} / \sum_{n=1}^m \frac{I_n}{(1+i)^{n-1}} \quad (5.13)$$

Индекс рентабельности при 4-х летней реализации проекта составит:

$$PI = 28341944 / 19657149 = 44\%$$

Далее определим внутреннюю норму доходности ( $IRR$ ) – норма прибыли, при которой чистая текущая стоимость инвестиции равна нулю, или это та ставка дисконта, при которой дисконтированные доходы от проекта равны инвестиционным затратам. Чем выше  $IRR$ , тем больше возможностей у предприятия в выборе источника финансирования.  $IRR$  показывает ожидаемую норму доходности (рентабельность инвестиций) или максимально допустимый уровень инвестиционных затрат в оцениваемый проект.  $IRR$  должен быть выше средневзвешенной цены инвестиционных ресурсов:

$$IRR > i \quad (5.14)$$

где  $i$  – ставка дисконтирования

Для расчета  $IRR$  потребуется выбор нового значения  $i_2$  и пересчета таблицы 5.9 при этом первый положительный  $NPV$  должен стать отрицательным. Формула для расчета  $IRR$  имеет вид:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1) \quad (5.15)$$

где  $i_1$  – значение табулированного коэффициента дисконтирования, при

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		62



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

Для данного проекта:  $i_1=15$ , при котором  $NPV_1 = 8684795$  руб.;  $i_2=60$  при котором  $NPV_2 = -1457711$  руб.

Следовательно, расчет внутренней нормы доходности будет иметь вид:

$$IRR = 15 + 8684795 / (8684795 - (-1457711)) * (60 - 15) = 53,5$$

Таким образом, внутренняя норма доходности проекта составляет 53,5 %, что больше цены капитала, которая рассматривается в качестве 15%, проект следует принять.

**Таблица 5.8 – Основные технико-экономические показатели проекта**

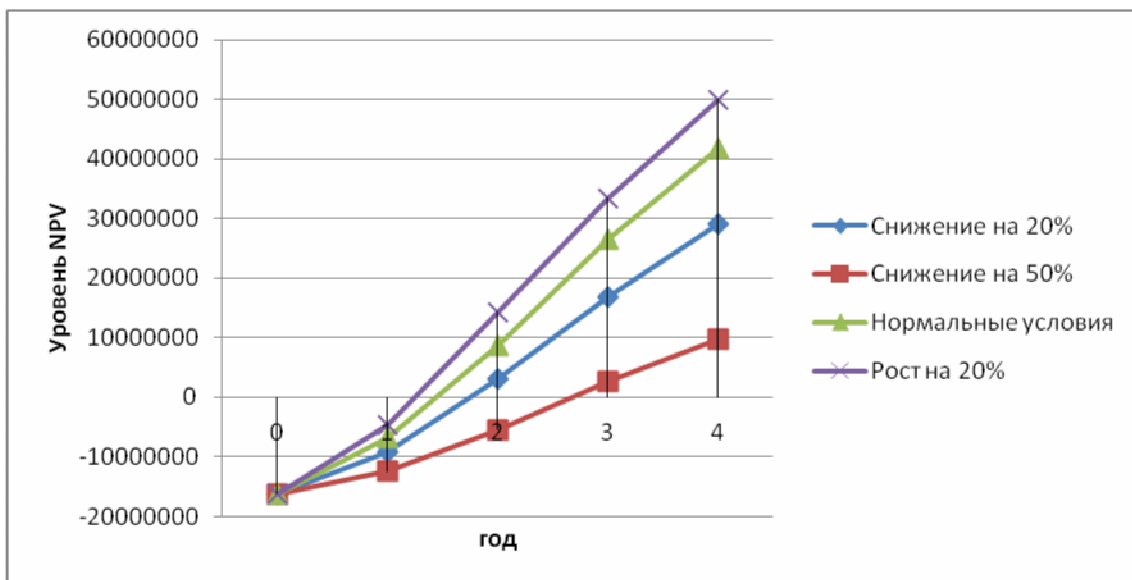
Наименование показателей	Значения показателей
Объем капитальных вложений в проект, руб.	14074256
Годовые эксплуатационные расходы, руб., в том числе:	2126242
ФОТ	806400
Страховые взносы	241920
Амортизационные отчисления	923776
Общие материальные затраты	57378
Прочие расходы	96768
Численность персонала, чел.	1
Количество абонентов, чел.	Физ. Лица – 2142;
Срок окупаемости	2,5 года
Рентабельность	44%
Внутренняя норма доходности	53.5%

Расчеты экономических показателей проекта подтверждают инвестиционную привлекательность проекта в целом. Окупаемость проекта не превышает 3 лет, при этом не учтен полный спектр высокоскоростных тарифов, который может быть внедрен после оценки спроса на них.

Однако, могут возникнуть обстоятельства, которые приведут к уменьшению скорости реализации проекта, допустим на 20% и 50%, а также может возникнуть ситуация с более высокой скоростью подключения абонентов к модернизированной сети, например также на 20%. Результаты расчета таблицы 5.9 для такой ситуации приведены в таблице 5.9 и графически отображены на рисунке 5.1.

**Таблица 5.9 – Оценка экономических показателей проекта с учетом дисконта**

Год	P	PV	I	IC	NPV
<b>Снижение на 20%</b>					
0	0	0	16200498	16200498	-16200498
1	10288965	8946926	2126242	18049404	-9102478
2	18153467	22673555	2126242	19657149	3016407
3	23272659	37975706	2126242	21055187	16920519
<b>Снижение на 50%</b>					
0	0	0	16200498	16200498	-16200498
1	6430603	5591829	2126242	18049404	-12457575
2	11345917	14170972	2126242	19657149	-5486177
3	14545412	23734816	2126242	21055187	2679629
<b>Рост на 20%</b>					
0	0	0	16200498	16200498	-16200498
1	15433447	13420389	2126242	18049404	-4629015
2	27230201	34010333	2126242	19657149	14353184
3	31069595	54439096	2126242	21055187	33383909



**Рисунок 5.1 – Сравнение различных вариантов получения дохода.**

Рассмотрев различные варианты получения прибыли можно отметить, что снижение на 50% приведет к существенному снижению срока окупаемости, а именно он уменьшится на 1 год. В остальном можно судить о достаточно высокой устойчивости проекта и его рентабельности.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

## 6 МЕРЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ОХРАНЫ ТРУДА, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ [30-35]

Основные документы, регулирующие правила и меры охраны труда на предприятии это «Положение об организации работы по охране труда на предприятиях, в учреждениях и организациях, подведомственных Министерству связи Российской Федерации», утвержденным Приказом Минсвязи России от 24.01.94 N 18, и Рекомендации по организации работы службы охраны труда на предприятиях, в учреждениях и организациях от 27.02.95 N 34-у.

Монтаж и эксплуатация оборудования должна выполняться согласно «Правилам эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилам устройства электроустановок (ПУЭ)». Оборудование по безопасности, должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003, требованиям технических условий на оборудование, требованиям отраслевых стандартов и стандартов предприятия на отдельные группы и виды оборудования.

Используемое оборудование должно иметь сертификаты и отвечать требованиям безопасности Министерства связи РФ или Госстандарта России.

Блоки и части оборудования, представляющие угрозу опасных излучений, вредных испарений требуется помечать специальными знаками безопасности или сигнальной окраской в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.026. Размещение и установка оборудования осуществляется по нормам технологического проектирования, ведомственным строительным нормам (ВСН 332-93) и ОСТ 45.86-96.

При выполнении работ по прокладке и монтажу оптического волокна следует руководствоваться «Правилами техники безопасности при работах на кабельных линиях связи и проводного вещания» (М., «Связь», 1979). При работе с оптическим волокном его отходы при разделке (сколе) необходимо собирать в отдельный ящик и после окончания монтажа, освобождать ящик в отдельно отведенном месте или закапывать отходы в грунт. Следует избегать попадания

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		66

остатков оптического волокна в одежду. Работу с оптическим волокном следует производить в клеенчатом фартуке. Монтажный стол и пол в монтажно-измерительной автомашине после каждой смены следует обрабатывать пылесосом и затем протирать мокрой тряпкой. Отжим тряпки следует производить в плотных резиновых перчатках.

При работе с устройством для сварки оптических волокон, необходимо соблюдать следующие требования:

а) все подключения и отключения приборов, требующие разрыва электрических цепей или соединения с высоковольтными цепями устройства, производить при полностью снятом напряжении;

б) устройство должно быть заземлено;

в) во время наладочных работ следует помнить, что трансформатор, высоковольтные провода, электроды в режиме сварки находятся под высоким напряжением;

г) запрещается эксплуатация устройства со снятым защитным кожухом блока электродов;

д) не реже одного раза в неделю производить проверку исправности изоляции высоковольтных проводов; запрещается работать на устройстве при поврежденной изоляции высоковольтных проводов;

е) к работе с устройством допускаются лица, прошедшие вводный инструктаж, инструктаж по технике безопасности на рабочем месте с последующей проверкой знаний и имеющие группу по электробезопасности не ниже III.

Меры по охране окружающей среды затрагивают земляные работы, проводимые предприятием, а именно воздействие на почвенные слои, грунтовые воды и водные ресурсы при построении линейно-кабельных сооружений и прокладке кабеля в грунте или под водой, а также эксплуатации электроустановок и мобильных дизельных генераторов.

Запрещено эксплуатировать электроустановки без специальных устройств, для обеспечения и соблюдения установленных СанПиН и природоохранной

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		67

требований. Запрещена эксплуатация неисправных или некорректно работающих установок.

Разрешено эксплуатировать, имеющее все необходимые сертификаты и документы, позволяющие эксплуатацию на территории РФ. Выбранное в дипломном проекте оборудование имеет все необходимые документы.

После завершения работ по прокладке кабеля или строительству ЛЭС требуется провести рекультивацию – восстановить плодородный слой земли. При этом плодородный слой снимается, транспортируется и складывается до окончания работ, после чего он наносится на нарушенные площади почвы. Места хранения плодородного слоя почвы должны содержаться в чистоте. Удаление, перемещение и нанесение плодородного слоя почвы осуществляется до наступления отрицательных температур. Удаление и перемещение плодородного слоя почвы производится спецтехникой или вручную. Вся процедура рекультивации выполняется строго по проекту.

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		68

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы были разработаны рекомендации по построению мультисервисной телекоммуникационной сети на территории города Заозерск Мурманской области. В период 2014-2016 годов компанией ПАО «Ростелеком» была проведена модернизация телекоммуникационной сети, в частности сеть ADSL была заменена на FTTB. Полное завершение модернизации планируется на 2017-2018 год. Рекомендации, разработанные в ВКР, направлены на построение сети в тех местах города, где не была проведена модернизация.

Проанализировав инфраструктуру города и модернизированную сеть FTTB, было принято решение проектировать сеть также по технологии FTTB. Существенным отличием является проектирование из расчета полного подключения абонентов и перспективы внедрения высокоскоростных тарифов 100Мбит/с и выше..

В результате было расчетов было выбрано оборудование компании D-link, которое имеет комбинированные порты FE/GE и имеет очень привлекательную цену. Расчеты нагрузки показали, что при полной загрузке сети уровень uplink канала на каждом коммутаторе доступа д.б. около 3Гбит/с. Для чего проектом предусмотрено использование агрегаторов фирмы Eltex, оснащенных 10 Гбит/с портами, и которые значительно дешевле своих конкурентов.

В целом рекомендации содержат: анализ инфраструктуры города Заозерска, сведения о существующей телекоммуникационной сети, подсчет количества абонентов, перечень предлагаемых услуг, схему организации связи с описанием выбранного оборудования на каждом уровне, схему организации кабельной инфраструктуры сети, план размещения оборудования, смету затрат на работы и основные пункты техники безопасности при проведении работ.

В 5 главе был проведен расчет основных экономических показателей, на основании составленной сметы затрат на приобретение требуемое телекоммуникационное оборудование. Для построения и ввода в эксплуатацию

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		69

сети потребуется порядка 14 миллионов рублей, на содержание сети в год требуется 2.1 миллиона рублей, прибыль появится через 2,4 года, рентабельность 54%.

В проекте указаны мероприятия, связанные со строительством кабельных линий связи, а также мероприятия по технике безопасности и охране труда при эксплуатации оборудования и при проведении монтажных работ.

Все поставленные в выпускной квалификационной работе задачи выполнены в полном объеме.

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		70



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Официальный сайт ЗАТО Заозерск / [Электронный ресурс] /Режим доступа: [www.zatozaozersk.ru/](http://www.zatozaozersk.ru/) (дата обращения 17.03.2017)
2. Перечень домов ЗАТО Заозерск / [Электронный ресурс] Режим доступа:[http://tvoyadres.ru/doma/?page=0&limit=100&private=&region=82&city=%D0%97%D0%B0%D0%BE%D0%B7%D1%91%D1%80%D1%81%D0%BA&street=&line=&wall=&year\\_built\\_min=&year\\_built\\_max=&water=&name=&group=&time=&approve=1&status=1&update=&category=&without=&daily=&dacha=&favorite=&archive=&similar=&uid=&synonym=&\\_1491217288171&](http://tvoyadres.ru/doma/?page=0&limit=100&private=&region=82&city=%D0%97%D0%B0%D0%BE%D0%B7%D1%91%D1%80%D1%81%D0%BA&street=&line=&wall=&year_built_min=&year_built_max=&water=&name=&group=&time=&approve=1&status=1&update=&category=&without=&daily=&dacha=&favorite=&archive=&similar=&uid=&synonym=&_1491217288171&) (дата обращения 21.03.2017)
3. Тарифные планы А-телеком [Электронный ресурс]/ Режим доступа:<https://vk.com/club89448950> (дата обращения 21.03.2017)
4. Тарифные планы ПАО «Ростелеком» (Мурманский филиал) [Электронный ресурс]/ Режим доступа:[https://murmansk.rt.ru/zaozersk/homeinternet/order\\_internet](https://murmansk.rt.ru/zaozersk/homeinternet/order_internet) (дата обращения 21.03.2017)
5. Д. Куроуз, Компьютерные сети: Нисходящий подход [текст] / Д. Куроуз, К. Росс // Изд.: Э, Пер.с англ. М. Райтмана 2016г. 908с.
6. Исаченко О.В. Программное обеспечение компьютерных сетей: учебное пособие [текст] /О.В. Исаченко// Изд.: ИНФРА-М, 2017г. 116с
7. Васин Н.Н. Основы сетевых технологий на базе коммутаторов и маршрутизаторов: учебное пособие [текст] / Н.Н. Васин// Изд.: Бином. Лаборатория знаний, 2017г. 270с
8. Таненбаум Э. Компьютерные сети [текст] / Э. Таненбаум, Д. Уэзеролл // Изд.: Питер, пер. с англ. А. Гребенькова, 2017г. 855с
9. А.Н.Сергеев Основы локальных компьютерных сетей: учебное пособие [текст] /Сергеев А.Н.// Изд.: Лань, 2016г. 183с.

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		71

10. Киселев С.В. Основы сетевых технологий: учебное пособие для начального профессионального образования [текст] /С.В. Киселев, И.Л. Киселев// Изд.: Академия, 2016г. 64с

11. Трахтенгерц Э.А. Сетецентрические методы управления в крупномасштабных сетях [Текст] / Э.А. Трахтенгерц, Ф.Ф. Пашенко // Изд.: Ленанд, 2016г. 193с

12. Костров Б.В. Сети и системы передачи информации: учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования[Текст] /Б.В. Костров, В.Н. Ручкин // Изд.: Академия, 2016г. 251с

13. Фейт С. TCP/IP. Архитектура, протоколы, реализация: включая IPv6 и IP Security [Текст] / Сидни Фейт // Изд.: ЛОРИ, 2016г. 424с

14. Крылов Ю.Д. Методы маршрутизации и коммуникации в вычислительных сетях : учебное пособие [Текст] / Ю.Д. Крылов// Изд.: ГУАП, 2015г. 55с

15. Крылов Ю.Д. Интегрированные вычислительные сети: учебное пособие [Текст] / Ю.Д. Крылов// Изд.: ГУАП, 2015г. 58с

16. Абросимов Л.И. Базисные методы проектирования и анализа сетей ЭВМ : учебное пособие [текст] / Л.И. Абросимов // Изд.: Университетская книга, 2015г. 246с.

17. Соболев Б.В. Сети и телекоммуникации : учебное пособие [текст] / Б.В. Соболев, А.А. Манин, М.С. Герасименко// Изд.: Феникс, 2015г. 191с.

18. Будылдина Н.В. Сетевые технологии высокоскоростной передачи данных: учебное пособие [текст]/ Н.В. Будылдина, В.П. Шувалова// Изд.: Горячая линия-Телеком. – 2016г. 343с.

19. Цимбал В.А. Информационный обмен в сетях передачи данных : марковский подход : монография [текст] /В.А. Цимбал // Изд.: Вузовская книга, 2014г. 143с

20. Баринов В.В. Технологии разработки и создания компьютерных сетей на базе аппаратуры D-LINK: учебное пособие для вузов [текст]/В.В.

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		72

Баринов, А.В. Благодаров, Е.А. Богданова и др. // Изд.: Горячая линия-Телеком, 2013г. 215с

21. Гребешков А.Ю. Вычислительная техника, сети и телекоммуникации: учебное пособие для вузов [текст] / А.Ю. Гребешков// Изд.: Горячая линия-Телеком, 2015г. 190с

22. Берлин А.Н. Высокоскоростные сети связи [текст] / В.Г. Олифер, А.Н. Берлин // Изд.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016г. 452с

23. Кузьменко Н.Г. Компьютерные сети и сетевые технологии [текст] / Н.Г. Кузьменко // Изд.: РадиоСофт, 2015г. 624с.

24. Мельников Д.А. Системы и сети передачи данных. Учебник [текст] / Д.А. Мельников // М.: Радио и связь, 2003. — 468 с.

25. Технические характеристики D-link DGS-1510 [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://www.dlink.ru/ru/products/1/1956.html> (дата обращения 28.04.2017)

26. Характеристики коммутатора Eltex MES5324 [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://eltexsl.ru/product/mes5324/> (дата обращения 28.04.2017)

27. Характеристики Juniper EX4550 [Электронный ресурс]/ Режим доступа: [http://junipershop.ru/switch-juniper/ex\\_series/ex4500](http://junipershop.ru/switch-juniper/ex_series/ex4500) (дата обращения 28.04.2017)

28. Характеристики кабеля ОГЦ-8А [Электронный ресурс]/ Режим доступа: [http://svarka-optiki.ru/shop/image/OGC\\_8A\\_7.html](http://svarka-optiki.ru/shop/image/OGC_8A_7.html) (дата обращения 02.05.2017)

29. Характеристики кабеля ОМЗКГМ-10-01-0,22 [Электронный ресурс]/ Режим доступа: [http://www.stronecs.ru/katalog-product/kabel-optiko-volokonniy/grunt/omzkgm/?prod\\_id=6406&add](http://www.stronecs.ru/katalog-product/kabel-optiko-volokonniy/grunt/omzkgm/?prod_id=6406&add) (дата обращения 02.05.2017)

30. Приказ от 24 января 1994 г. N 18 «Об утверждении нового положения об организации работы по охране труда на предприятиях, в учреждениях и организациях, подведомственных министерству связи

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		73

российской федерации» [Электронный ресурс]/ Режим доступа:<http://www.referent.ru/1/35512> (дата обращения 30.04.2017)

31. Постановление от 8 февраля 2000 г. N 14 «Об утверждении рекомендаций по организации работы службы охраны труда в организации» [Электронный ресурс]/ Режим доступа: [www.government-nnov.ru/?id=71330](http://www.government-nnov.ru/?id=71330) (дата обращения 30.04.2017)

32. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, Москва, 2003.

33. Правила по охране труда при работе на линейных сооружениях кабельных линий передачи. ПОТ РО-45-009-2003, Москва, 2003.

34. Руководство по строительству линейных сооружений местных сетей связи [текст]/Минсвязи России - АООТ «ССКТБ-ТОМАСС» - М. 1996г. 736с.

35. Руководство по строительству линейных сооружений магистральных и внутризоновых кабельных линий связи [текст]/М-во связи СССР. - М.: Радио и связь, 1986г. 1025с.

					11070006.11.03.02.004.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		74