

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

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ  
СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

**РАЗРАБОТКА МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ МИКРОРАЙОНА  
ЛЕВОБЕРЕЖНЫЙ Г. ХИМКИ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ  
ТЕХНОЛОГИИ FTTH**

Выпускная квалификационная работа  
обучающегося по направлению подготовки 11.03.02  
Инфокоммуникационные технологии и системы связи  
заочной формы обучения, группы 12001452  
Прасолова Антона Александровича

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

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

БЕЛГОРОД 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 АНАЛИЗ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОБЪЕКТА .....	5
2       СОВРЕМЕННЫЕ       ПОДХОДЫ       К       ПОСТРОЕНИЮ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТЕЙ СВЯЗИ .....	11
3 РАСЧЕТ НАГРУЗОК И КОЛИЧЕСТВА НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	15
3.1 Расчет трафика телефонии.....	18
3.2 Расчет трафика IP-TV.....	19
3.3 Расчет пропускной способности для доступа к сети Интернет.....	23
3.4 Организация беспроводного доступа и видеонаблюдения.....	25
4 ПРОЕКТ ИНТЕГРИРОВАННОЙ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ В МИКРОРАЙОНЕ ЛЕВОБЕРЕЖНЫЙ Г. ХИМКИ.....	27
5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА	
5.1 Расчет капитальных вложений на оборудование и строительномонтажные работы.....	35
5.2 Расчет эксплуатационных расходов.....	37
5.3 Определение доходов от основной деятельности.....	40
5.4 Определение оценочных показателей проекта.....	42
6 МЕРЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ОХРАНЫ ТРУДА, И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ .....	47
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	50
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	52

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						
Разраб.		<i>Прасолов А.А.</i>			Разработка мультисервисной сети микрорайона Левобережный г. Химки Московской области на основе технологии FTTB		Лит	Лист	Листов	
Провер.		<i>Ушаков Д.И.</i>						2	82	
Рецензент		<i>Уманец С.В.</i>					<i>НИУ БелГУ гр. 12001452</i>			
Норм. контр		<i>Ушаков Д.И.</i>								
Утвердил		<i>Жуляков Е.Г.</i>								

## 7 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

7.1 Оценка капитальных вложений в проект .....	66
7.2 Расчет капитальных вложений на оборудование и строительномонтажные работы .....	67
7.3 Калькуляция эксплуатационных расходов.....	68
7.3.1 Расходы на оплату труда .....	69
7.3.2 Страховые взносы .....	70
7.3.3 Амортизационные отчисления .....	70
7.3.4 Материальные затраты .....	70
7.3.5 Прочие затраты .....	71
8 Меры по охране окружающей среды и охране труда	
8.1 Обеспечение мер по охране труда на предприятиях связи .....	73
8.2 Техника безопасности предприятия связи .....	73
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	78
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	79

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
						2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ВВЕДЕНИЕ

Популярность телекоммуникационных услуг постоянно растет, уже тяжело представить себе человека, который бы не был знаком с сетью Интернет, цифровым телевидением, телефонией и т.д. С каждым годом требования пользователей к качеству сервисов увеличивается, если раньше достаточной была скорость доступа на уровне 20-30 Мбит/с, то сейчас количество желающих иметь скорость свыше 100 Мбит/с постоянно увеличивается.

Такие запросы пользователей вынуждают телекоммуникационных провайдеров совершенствовать свою инфраструктуру, переходя на новые, передовые технологии. Выбирая технологию организации доступа, провайдер продумывает и учитывает дальнейшее развитие своей сети. Исходя из этого, популярными и передовыми проводными технологиями сейчас являются PON и Gigabit Ethernet.

В крупных городах присутствует одновременно несколько провайдеров телекоммуникационных услуг, поэтому абонент всегда может выбрать себе более подходящий тарифный план.

Несмотря на то, что город Химки совсем небольшой, промышленность здесь развита очень хорошо. Здесь много различных фабрик, заводов, а также других промышленных учреждений. В городе Химки имеется шесть военных заводов. Один из них - это завод под названием "Энергомаш", производящий топливо и горючее. Из-за этого завода ранее пострадала и страдает до сих пор экология всего Химкинского района и других районов Подмосковья. Другой завод - это авиационный завод им. Лавочкина, названный в честь советского летчика - конструктора Лавочкина.

Микрорайон "Леобережный" располагается сразу за кольцевой автодорогой, вдоль канала им. Москвы. Это достаточно новый район г. Химки,

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

который появился сравнительно недавно и здесь появились высотные, жилые дома, и объекты социальной инфраструктуры.

На территории микрорайона есть телекоммуникационная сеть, однако в ней применяется технология xDSL и FastEthernet со скоростями не выше 30 Мбит/с. Это в первую очередь связано со слабой пропускной способностью каналов агрегации.

В городе есть провайдер, который предлагает жителям доступ по технологии GPON. Жители 6 микрорайона выражали заинтересованность в подключении к высокоскоростной телекоммуникационной сети, однако на территории 6 микрорайона пока не планируется реализации этой сети.

Целью ВКР является организация высокоскоростного доступа к современным мультисервисным услугам для жителей микрорайона Левобережный г.Химки.

Для достижения поставленной цели выпускной квалификационной работы необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ инфраструктуры объекта
2. Провести анализ состояния существующих сетей связи на территории объекта.
3. Определить требования к проектируемой мультисервисной сети.
4. Проанализировать современные технологии построения телекоммуникационных сетей связи.
5. Рассчитать требуемые ресурсы сети для предоставления выбранного спектра услуг.
6. Разработать проект сети абонентского доступа.
7. Составить смету затрат на реализацию проекта и рассчитать основные экономические показатели.
8. Привести требования по организации техники безопасности, охране труда и природоохранных мероприятий.

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

# 1 АНАЛИЗ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОБЪЕКТА

Город Химки располагается сразу за кольцевой автодорогой, и находится по обе стороны Ленинградского шоссе, которое является продолжением Ленинградского проспекта. Оно начинается с развилки с Волоколамским шоссе и идёт на северо-запад Московской области и далее к Санкт-Петербургу. Шоссе проложено на месте старинного пути, который связывал Москву с Тверью и Великим Новгородом.

В Химках имеется несколько жилых массивов, один из которых это Левобережный. Имеет микрорайонную планировочную структуру. Расположен в северо-западной части города Химки. Микрорайон "Левобережный".

Микрорайон "Левобережный" располагается сразу за кольцевой автодорогой, вдоль канала им. Москвы. Это достаточно новый район г. Химки, который появился сравнительно недавно и здесь появились высотные, жилые дома. За последние 3 года данный район очень вырос, в том числе построили ещё две школы, появилось много магазинов, музыкальная школа им. Верстовского, которую посещают многие дети данного района.

В дубовом парке разместился "Московский Государственный Университет Культуры". Университет был основан Крупской, изначально это был библиотечный институт. Этот университет обучает по многим профессиям, от библиотекаря до режиссёра. Также в микрорайоне был построен филиал библиотеки имени Ленина. Это девятиэтажное, монументальное здание кирпичного цвета, в котором можно найти различные газетные материалы.

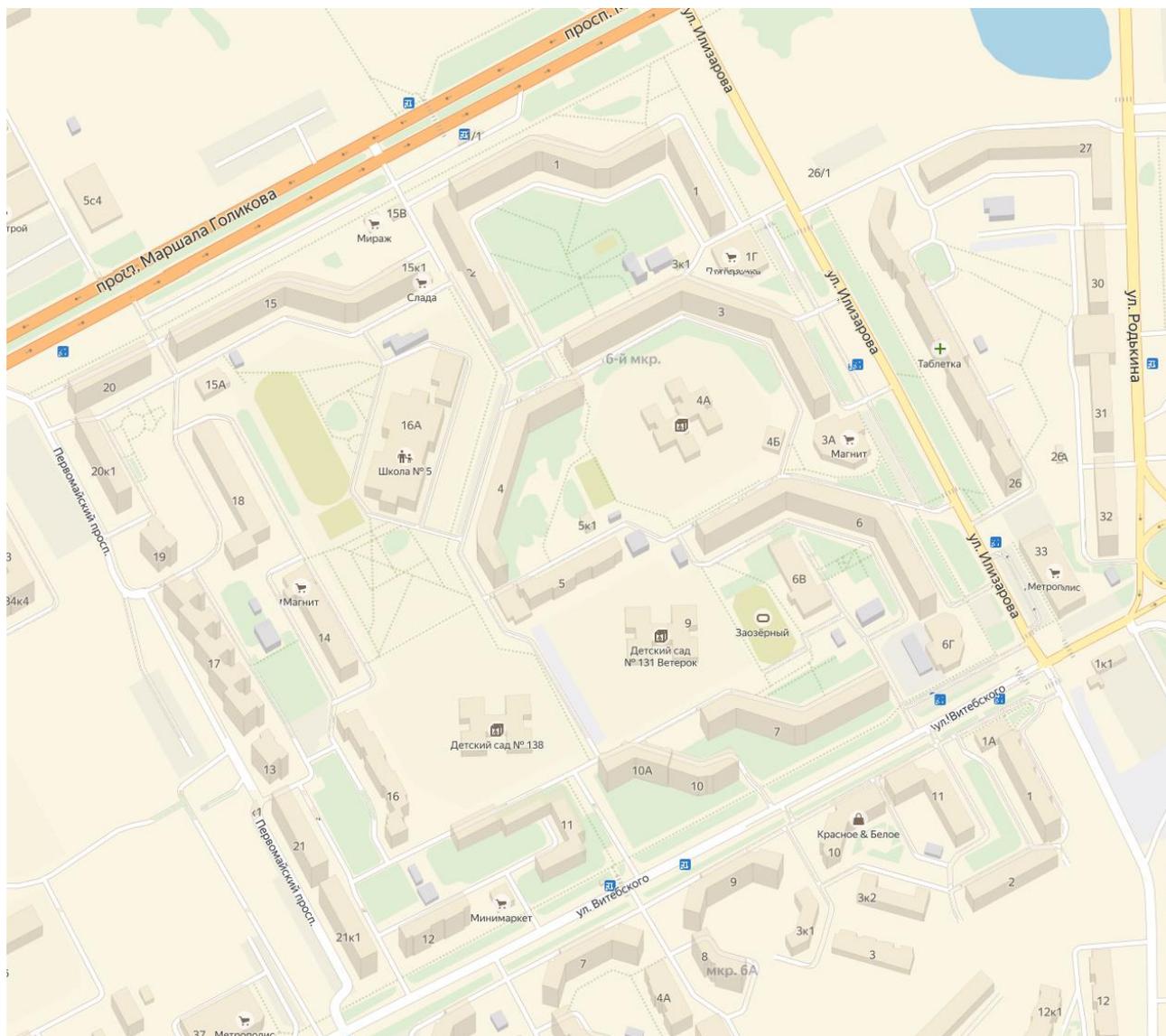
В микрорайоне "Левобережный" есть две воинские части, четыре детских сада, а также на территории района находится стоматологический колледж.

За последние годы очень вырос и показатель численности населения. В микрорайоне "Левобережный" за последние годы лет население выросло до тридцати тысяч человек.

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Говоря о хозяйстве микрорайона нельзя не отметить наличие совхоза "Химки", который поставляет продукты в военные госпитали Москвы и Подмосковья и принадлежит "Московскому Военному Округу".

План микрорайона Левобережный приведен на рисунке 1.1.



**Рисунок 1.1 – План расположения домов в микрорайоне Левобережный г.Химки.**

Дома преимущественно многоэтажные 9 - 10 этажей с несколькими секциями, однако есть и 5 этажные здания. В микрорайоне есть 3 детских сада, школа, поликлиника, торговый центр, аптеки, магазины и супермаркеты, колледж, библиотека. В таблице 1.1 приведены общие сведения по объектам шестого микрорайона.

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

**Таблица 1.1 - Исходные данные проектируемой сети**

Номер Дома	Общее количество этажей/жилых этажей	Кол-во квартир / Нежилых помещений	Номер Дома	Общее количество этажей/жилых этажей	Кол-во квартир / Нежилых помещений
1	9	107/2	19	9	60
2	9	144	20	9	31/1
3	9	362/5	20кл.	10	100/3
4	9	256/4	21	10	100/3
4а.	-	Детский сад 127	21кл.	10	135/3
5	9	74/1	26	10	130/3
6	9	321	27	10	404/4
7	9	220	28	10	80
8	-	Детский сад 138	29	10	80/1
9	-	Детский сад 131	30	10	120
10	9	72/1	31	9	142/1
10а.	10	79/1	32	9	144
11	5	119	Адм.здания	-	20
12	9	144/1	Поликлиника	-	1
13	9	30/2	Супермаркет	-	1
14	6	75	Колледж	-	1
15	9	300/3	Библиотека	-	1
16	5	90			
16а.	-	Школа №5			
17	9	179/1			
<b>Итого:</b>	<b>4242 квартир / 41 НП / Других объектов 24</b>				

Микрорайон является достаточно крупным. Необходимо проанализировать доступные тарифные планы, чтобы в дальнейшем провести расчеты окупаемости вкладываемых в проект средств.

Для того, чтобы сформировать тарифные планы необходимо проанализировать предложения конкурентов. Среди наиболее популярных провайдеров на территории города можно отметить: Интерсвязь, Орбител, Ростелеком, Берилл. В таблице 1.2 приведены сведения о тарифных планах этих провайдеров [3-6].

**Таблица 1.2 - Тарифные планы провайдеров**

<b>Название тарифа</b>	<b>Включенный трафик / количество каналов ТВ</b>	<b>Скорость соединения</b>	<b>Абонентская плата, руб.</b>
<b>Интерсвязь</b>			
<b>Победа</b>	Не ограничено/210	до 50 Мбит/с	590
<b>Улыбка</b>	Не ограничено/210	до 100 Мбит/с	640
<b>Атака</b>	Не ограничено	до 330 Мбит/с	600
<b>Ростелеком</b>			
<b>60</b>	Не ограничено/123	до 60 Мбит/с	750
<b>120</b>	Не ограничено/123	до 120 Мбит/с	860
<b>200</b>	Не ограничено/123	до 2 00 Мбит/с	1050
<b>Орбител</b>			
<b>КОМФОРТ-2</b>	Не ограничено/120	60 Мбит/с	500
<b>ЭКСТРИМ-2</b>	Не ограничено/120	80 Мбит/с	550
<b>УЛЬТРА-2</b>	Не ограничено/120	100 Мбит/с	650
<b>Берилл</b>			
<b>Экономный</b>	Не ограничено	20 Мбит/с	260
<b>Выгодный</b>	Не ограничено	20 Мбит/с	370
<b>Быстрый</b>	Не ограничено	70 Мбит/с	550

Приведенные в таблице 1.2 сведения говорят о необходимости организовывать доступ со скоростью до 100 Мбит/с и иметь возможность предоставлять доступ со скоростью свыше 100Мбит/с. Услуга IP-TV также пользуется популярностью, тут стоит сделать акцент на цифровые каналы (предлагать большее количество, чем у конкурентов) и пакетные предложения.

Таким образом, проектируемая интегрированная мультисервисная сеть связи должна предоставлять следующие услуги абонентам:

1. доступ к сети Интернет;
2. IPTV с поддержкой HD каналов;
3. VoD – видео по запросу.
4. IP телефония;

В проекте принимается в расчет следующий процент проникновения услуг: Интернет -100%, IP-TV – 60%, VoD 10%, IP-телефония -10%. Сведения о количестве абонентов, пользующихся перечисленными видами услуг, приведены в таблице 1.3.

**Таблица 1.3 - Планируемое распределение услуг по абонентам**

<b>Объект</b>	<b>Интернет</b>	<b>IP-TV</b>	<b>VoD</b>	<b>IP-телефония</b>
Физ.лица	4242	2546	255	425
Юр.Лица	65	10	0	30
<b>Итого:</b>	<b>4307</b>	<b>2556</b>	<b>255</b>	<b>455</b>

В качестве требований к ИМСС следует отметить такие, как:

1. Оборудование должно отвечать современным требованиям в области качества и качества реализуемых услуг и сервисов.
2. Дублируемость или возможность горячей замены вышедшего из строя оборудования.
3. Поддержка протоколов для удаленной работы с оборудованием.

В главе 1 было подсчитано общее количество потенциальных абонентов, определен перечень предоставляемых услуг ( на основе имеющихся в городе конкурентов), сформулированы требования к проектируемой сети и к

оборудованию. Стоит отметить, что в дальнейшем при выборе технологии доступа стоит обращать внимание на те, которые позволяют организовывать каналы передачи со скоростью свыше 100Мбит/с.

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2 СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ [7-25]

Среди основных требований, которые предъявляются к современным телекоммуникационным сетям можно отметить:

**1. Широкополосность:** при выборе технологии необходимо учитывать перспективу повышения требований абонентов к скорости передачи, например технологии Fast Ethernet (100 Мбит/с). Центральное оборудование уровня L2 L/3 должно обязательно учитывать эту перспективу.

**2. Минимальные задержки передачи данных:** сеть реализуется так, чтобы не возникало задержек при передаче данных выше минимального уровня согласно QOS.

**3. Использование современных протоколов и настроек безопасности** для избегания несанкционированного доступа и возможности дестабилизации работы сети.

**4. Расширяемость:** возможность сравнительно легко добавить отдельные элементы сети (пользователей, компьютеров, дополнений, служб), нарастить длины сегментов сети и заменить существующую аппаратуру, более мощной.

**5. Управляемость:** возможность централизованно контролировать состояние основных элементов сети, обнаруживать и решать проблемы, которые возникают при работе сети, выполнять анализ производительности и планировать развитие сети.

**6. Совместимость:** возможность работы с ПО и аппаратными средствами от различных производителей.

В настоящее время в микрорайоне Левобережный г.Химки не все дома подключены к высокоскоростной сети. Есть дома, в которых организован доступ по технологии DSL, есть часть домов, которые сторонние провайдера подключили по Fast Ethernet технологии. При этом пользователям предлагаются тарифы со скоростью не более 30 Мбит/с, что обусловлено низкой пропускной способностью сети. Существующая сеть приведена на рисунке 1.1.

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

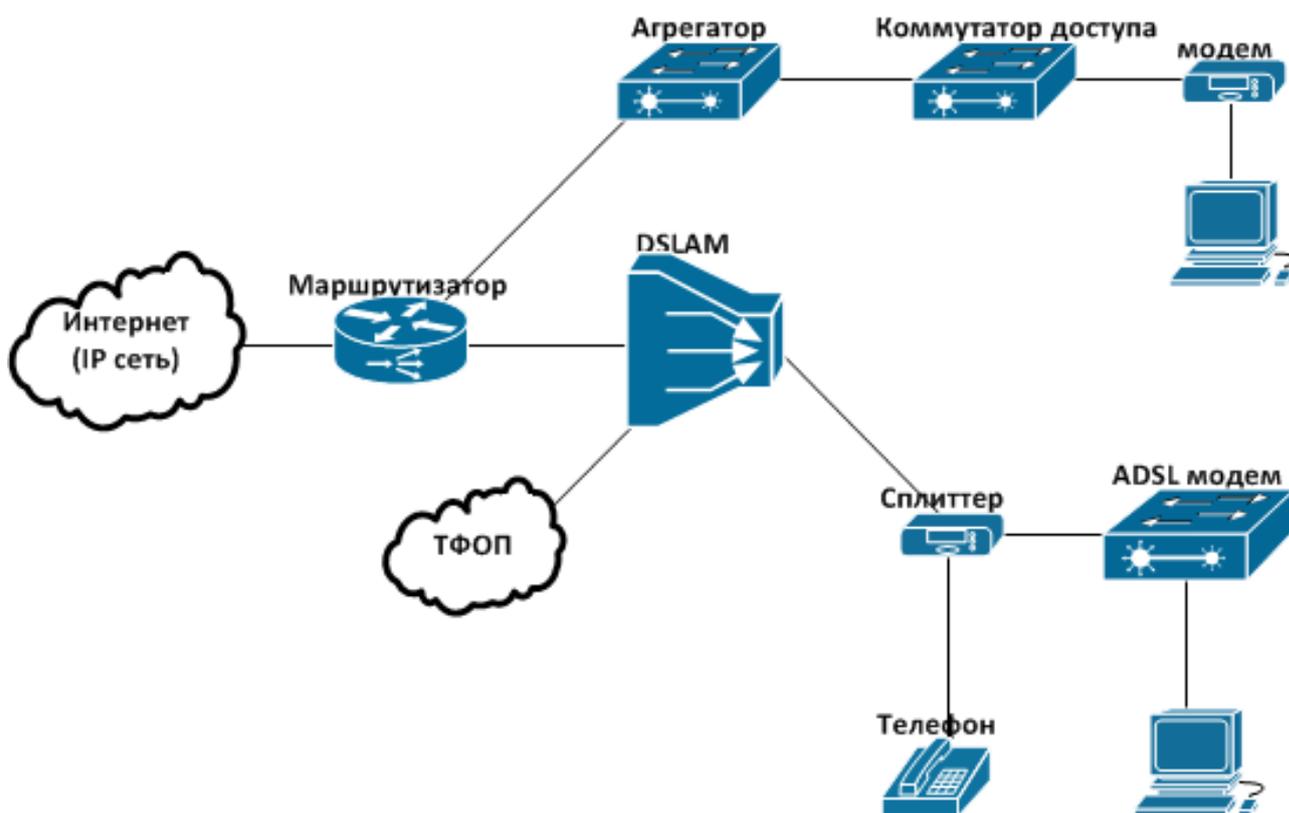


Рисунок 2.1 – Схема существующей сети связи в микрорайоне.

Городские провайдеры Интерсвязь и Ростелеком предлагают жителям в зоне обслуживания скоростной доступ по технологии GPON. Именно эти два провайдера являются основными конкурентами на рынке телекоммуникационных услуг. Поэтому целесообразно более подробно рассмотреть именно технологию GPON как основу для проектирования высокоскоростной мультисервисной сети связи.

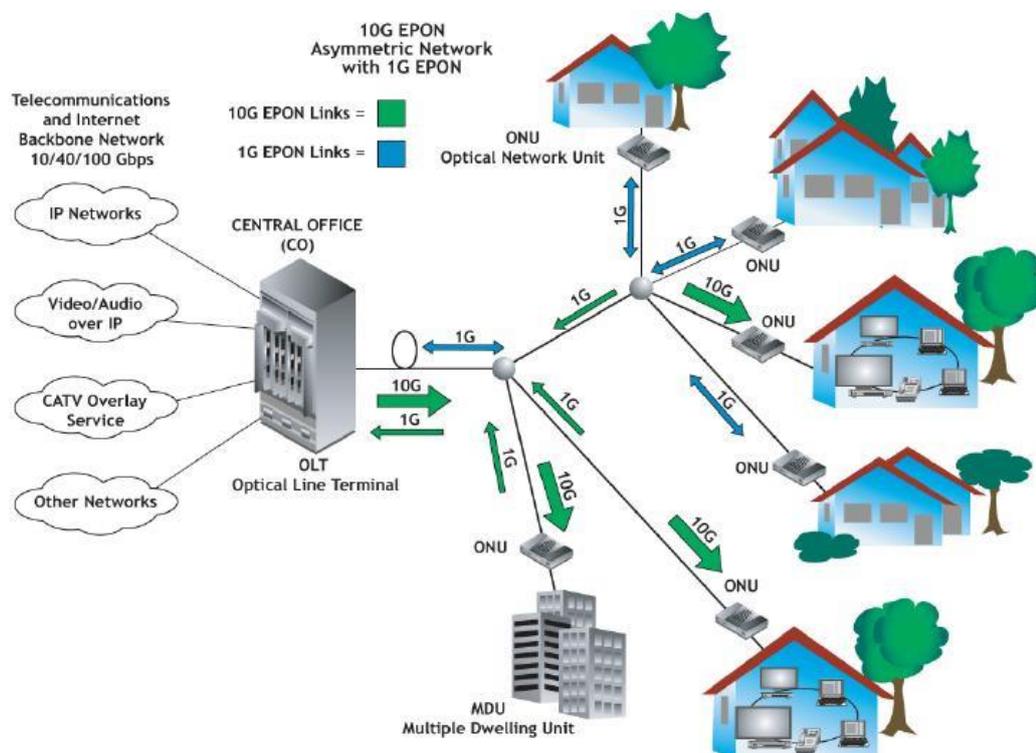
Существуют различные версии стандартов PON, отличие заключается в скорости передачи и дальности передачи сигнала без существенных помех. Характеристика стандартов PON приведена в таблице 2.1

Таблица 2.1 - Характеристика технологий из семейства PON

	BPON	EPON	GPON
<b>Downlink</b>	до 622 Мбит/с	Симметричный,	до 2,5 Гбит/с
<b>Uplink</b>	155 Мбит/с	до 1,25 Гбит/с	до 1,25 Гбит/с

<b>Количество абонентов на линии</b>	32/ до 128 для GPON		
<b>Максимальная дальность работы</b>	20 км		
<b>Длина волны нисходящего потока</b>	1490 нм (цифровые данные) и 1550 нм (аналоговое КТВ)		
<b>Длина волны восходящего потока</b>	1310 нм		
<b>Протоколы</b>	ATM	Ethernet	Ethernet, ATM, TDM

На рисунке 2.2 приведен пример построения телекоммуникационной сети по технологии GPON.



**Рисунок 2.2 – схема организации GPON сети**

Главное преимущество PON перед другими технологиями, это пассивность оборудования в плане энергозатрат. Сплиттеры, которые располагаются внутри дома не потребляют электричества. При реализации, например FTTH, требуется размещение большого количества оборудования в доме, это сопровождается дополнительными тратами. Наибольшие затраты

PON связаны с прокладкой оптического кабеля. Это обусловлено его ценой и стоимостью строительного-монтажных работ, т.к. необходимо использовать специальное оборудование, а также необходимо обеспечить дополнительную защиту от механических повреждений.

Главным преимуществом при выборе технологии GPON будет ее пассивность – нет необходимости в установке оборудования в домах, которое требует обслуживания или затрат на электроэнергию. Достаточно будет разместить все оборудование в 20 км доступности или же в отдельном помещении на территории микрорайона. К абоненту будет прокладываться только оптический кабель.

Далее необходимо провести расчет ориентировочной нагрузки на сети при предоставлении выбранных услуг, а также количество необходимого сетевого оборудования.

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### 3. РАСЧЕТ НАГРУЗОК И КОЛИЧЕСТВА НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ

За одного абонента принимается не один человек, а одна точка включения - абонентское устройство, в случае многоквартирного жилого дома – одна квартира это один абонент. В главе 1 был определен уровень проникновения услуг, которые будут предлагаться пользователям: Интернет - 100%, IP-TV – 60%, VoD 10%, IP-телефония -10%. Значения основных параметров для расчета приведены в таблице 3.1.

**Таблица 3.1 - Значения параметров**

Параметр	Обозначение	Значение
1. Число абонентов сети:	<i>NS</i>	4307
2. Отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во входящем потоке; %	<i>OHD</i>	10
3. Отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине в исходящем потоке; %	<i>OHU</i>	15
4. Процент абонентов Triple Play: - находящихся в сети в ЧНН; %	<i>DAAF</i>	80
- одновременно принимающих или передающих данные; %	<i>DPAF</i>	60
- одновременно пользующихся услугами IP-TV; %	<i>IPVS AF</i>	60
5. Услуга передачи данных: Пропускная способность сети для передачи данных к абоненту: - средняя пропускная способность; Мбит/с	<i>ADBS</i>	50
- пиковая пропускная способность;		

Мбит/с Пропускная способность сети для передачи данных от абонента: - средняя пропускная способность; Мбит/с - пиковая пропускная способность Мбит/с	<i>PDBS</i>    <i>AUBS</i>   <i>PUBS</i>	100    10   30
6. Услуга IP-TV/ IP-TV HD: - проникновение услуги; % - количество сессий на абонента; - режим Unicast; % - режим Multicast; % - потоки Multicast; % - количество доступных каналов в рамках пакета; - скорость видеопотока; Мбит/с - запас на вариацию битовой скорости	<i>IPVSM P</i> <i>IPVSH</i> <i>IPVUU</i> <i>IPVSMUM</i> <i>IPVSMU</i> <i>IPVSM A</i> <i>VSB</i> <i>SVBR</i>	60/25 1,3/1,3 30/30 70/70 70/70 120/50 6 /10 0,2/0,2

На один порт SFP может быть подключено до 128 абонентов, а в некоторых случаях и до 256. Далее расчет нагрузки будет производиться при условии использования 1х64. Необходимо рассчитать количество портов и количество самих OLT:

$$N_{ком} = [N_{аб} / 64] \quad (3.1)$$

$$N_{ком} = [4307 / 64] = 68$$

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

Если потребуется подключение каждого дома на отдельный OLT, то количество портов будет другим. Результаты расчета количество оптических портов при таком расчете сведено в таблицу 3.2

**Таблица 3.2 - Количество оптических портов для каждого объекта сети.**

№ Дома	Кол-во абонентов	Количество SFP портов	№ Дома	Кол-во абонентов	Количество SFP портов
1	109	2	16	90	2
2	144	3	17	180	3
3	367	6	19	60	1
4	260	5	20	32	1
5	75	2	20к1.	103	2
6	321	6	21	103	2
7	220	4	21к1.	138	3
10	73	2	26	133	3
10а.	80	2	27	408	7
11	119	2	28	80	2
12	145	3	29	81	2
13	32	1	30	120	2
14	75	2	31	143	3
15	303	5	32	144	3
<b>Всего портов: 81 порт</b>					

Крупные объекты подключаются к ближайшему OLT со свободными портами. Как видно из расчетов целесообразно организовать централизованное подключение домов.

В качестве результата отметим: общее количество SFP портов на OLT должно быть 68, в дальнейшем будет выбран подходящий OLT. Все

необходимое оборудование будет установлено в здании АТС. Далее рассчитаем нагрузку, генерируемую абонентами при использовании различных услуг.

### 3.1 Расчет трафика телефонии

Уровень спроса на услугу IP-телефонии предполагается на уровне 30%, для удобства расчетов будем полагать, что пользователи равномерно распределены по всем коммутаторам:

$$N_{\text{SIP}} = [64 * 0,30] = 19,2, \text{ абонентов} \quad (3.2)$$

Полоса пропускания на передачу голосовых данных, зависит от типа используемого кодека, для телефонии будет использоваться кодек G.729A:

$$Y_{\text{полезн}} = \frac{t_{\text{зв.голоса}} \cdot v_{\text{кодирования}}}{8 \text{ бит} / \text{байт}}, \text{ байт}, \quad (3.3)$$

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

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

Кодек G.729A определяет скорость кодирования в 8кбит/с, время звучания 20 мс.

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

Длина пакета может быть вычислена следующим образом:

$$V_{\text{пакета}} = L_{\text{EthL1}} + L_{\text{EthL2}} + L_{\text{IP}} + L_{\text{UDP}} + L_{\text{RPT}} + Y_{\text{полезн}}, \text{ байт}, \quad (3.4)$$

где – длина заголовка  $L_{\text{EthL1}}, L_{\text{EthL2}}, L_{\text{IP}}, L_{\text{UDP}}, L_{\text{RPT}}$  Ethernet L 1, Ethernet L 2, IP, UDP, RTP протоколов соответственно, байт,

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

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$V_{\text{пакета}} = 20 + 18 + 20 + 8 + 12 = 78, \text{ байт.}$$

G.729A может передавать через шлюз до 50 пакетов за секунду, в результате получим общую полосу пропускания:

$$ППр_1 = V_{\text{пакета}} \cdot \frac{8 \text{ бум}}{\text{байт}} \cdot 50_{\text{pps}} \cdot \text{Кбум} / \text{с}, \quad (3.5)$$

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

$$ППр_1 = 78 \cdot 8 \cdot 50 = 31,2 \text{ Кбум} / \text{с.}$$

Пропускная способность для передачи голоса по IP-телефонии на одном СУ равна:

$$ППр_{WAN} = ППр_1 \cdot N_{SIP} \cdot VAD, \text{ Мбит} / \text{с}, \quad (3.6)$$

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

$N_{SIP}$  – количество абонентов с услугой IP-телефонии,

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

$$ППр_{WAN} = 31,2 \cdot 19,2 \cdot 0,7 = 0,42 \text{ Мбум} / \text{с.}$$

### 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:

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

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

$$IPVS\ Users = [64 * 0,6] * 0,6 * 1,3 = 30, аб$$

$$IPVS\ Users\ HD [64 * 0,25 * 0,6] * 0,6 * 1,3 = 8, аб$$

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.

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

где – коэффициент проникновения услуги индивидуального видео,  
 IPVS UU

UUS = 1 – количество абонентов на один видеопоток.

$$IPVS\ US = 30 * 0,3 * 1 = 9, потоков$$

$$IPVS\ US\ HD = 8 * 0,3 * 1 = 3 потока$$

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

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

где IPVS MU – количество абонентов, принимающих групповые  
 видеопотоки.

$$IPVS MS = 30 * 0.7 = 21, \text{ потоков}$$

$$IPVS MS HD = 8 * 0.7 = 6 \text{ потока}$$

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 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

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

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

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

$$IPVS\ MNB = IPVS\ MS * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (3.12)$$

$$IPVS\ UNB = IPVS\ US * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (3.13)$$

где  $IPVS\ MS$  – количество транслируемых потоков в режиме multicast,  
 $IPVS\ US$  – количество транслируемых потоков в режиме unicast,  
 $IPVS\ B$  – скорость передачи одного видеопотока.

$$IPVS\ MNB = 21 * 7.92 = 167 \text{ Мбит/с},$$

$$IPVS\ UNB = 9 * 7.92 = 72 \text{ Мбит/с}.$$

$$IPVS\ MNB\ HD = 6 * 19.8 = 119 \text{ Мбит/с},$$

$$IPVS\ UNB\ HD = 3 * 19.8 = 60 \text{ Мбит/с}.$$

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,  
– скорость передачи одного видеопотока.  $IPVS\ B$

$$IPVS\ MNB_{\max} = 84 * 7.92 = 665,28 \text{ Мбит/с}.$$

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

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

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

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

$IPVSUNB$  – пропускная способность для передачи индивидуального видеопотока.

$$AB = 167 + 72 = 239 \text{ Мбит/с.}$$

$$ABHD = 60 + 118 = 178 \text{ Мбит/с.}$$

### 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):

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

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

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

$$AS = 64 * 0.8 = 52, \text{ аб}$$

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,

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

$$BDDA = (52 * 50) * (1 + 0.1) = 2860 \text{ Мбит/с.}$$

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 .

$$BUDA = (52 * 10) * (1 + 0.15) = 598 \text{ Мбит/с.}$$

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.

$$PS = 52 * 0.6 = 32$$

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

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

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

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$BDDP = (32 * 100) * (1 + 0.1) = 3520 \text{ Мбит/с.}$$

Максимальная пропускная способность для передачи данных в ЧНН

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

где *PUBS* – максимальная скорость передачи данных, Мбит/с.

$$BUDP = (32 * 30) * (1 + 0.15) = 1104 \text{ Мбит/с.}$$

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

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

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

где *BDD* – пропускная способность для приема данных, Мбит/с,

*BDU* – пропускная способность для передачи данных, Мбит/с.

$$BDD = \text{Max}[2860; 3520] = 3520 \text{ Мбит/с,}$$

$$BDU = \text{Max}[598; 1104] = 1104 \text{ Мбит/с.}$$

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* – max пропускная способность для приема данных, Мбит/с,

*BDU* – min пропускная способность для передачи данных, Мбит/с.

$$BD = 3520 + 1104 = 4624 \text{ Мбит/с.}$$

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

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

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

AB – пропускная способность для видеопотоков, Мбит/с,

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

$$\text{ПП}_{\text{узла}} = 4624 + 239 + 178 + 0,4 = 5042 \text{ Мбит/с.}$$

Расчеты показали, что для 64 абонентов, потребуется организовать канал в 5Гбит/с. Это возможно либо при использовании 10GE портов или при объединении 1 GE портов, очевидно, что второй вариант является невыгодным т.к. будет более затратным.

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

#### 4. ПРОЕКТ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ В МИКРОРАЙОНЕ ЛЕВОБЕРЕЖНЫЙ Г. ХИМКИ

Сеть будет построена по технологии GPON, предоставляемые услуги: доступ в сеть Интернет, IP-телевидение и IP-телефония. На рынке сегодня имеется огромный выбор оборудования GPON, при выборе стоит уделять внимание тем устройствам, которые будут иметь 10 G uplink порты и количество SFP портов 4 и более. Выбор устройств с маленьким количеством портов приведет к большим затратам и необходимостью размещать много блоков.

Изучив предложения различных компаний, было принято решение выбрать оборудование компании Qtech:

**OLT:** Коммутатор GPON серии QSW-9000-04 [21 ] разработан QTECH для рынка операторов связи, крупных предприятий и организаций. Имеет 6 слотов: 2 карты управления, 4 интерфейсные карты.

Представляет собой модульную платформу, масштабируемую при использовании всех 4 интерфейсных карт (максимальное количество GPON-портов — 32) для предоставления сетевого доступа 4 096 пользователям при коэффициенте деления 1:128. QSW-9000-04 позволяет использовать карты расширения, оснащенные портами GPON, Gigabit Ethernet или их комбинацией.

Данная модульная платформа обеспечивает предоставление нескольких типов услуг, таких как доступ в Интернет, сервисы TriplePlay по технологии GPON или услуга агрегации колец доступа по технологии FTТх. Характерными особенностями оборудования являются небольшие размеры, низкое электропотребление, высокая производительность. Платформа имеет возможность аппаратного резервирования карт управления, модулей электропитания и интерфейсных карт.

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Оптимальные ценовые характеристики QSW-9000-04 позволяют минимизировать ИТ-бюджеты предприятий. Уникальная возможность масштабирования упрощает развитие корпоративной сети, не требуя затрат на закупку коммутаторов для подключения новых пользователей.

Будут использованы следующие модули:

QSW-M-9-8SFP+Интерфейсный модуль для QSW-9000-04, 8 портов 10GE SFP+. QSW-M-9-MU01QSW-9000-04, карта управления. QSW-M-9-04-PWR750-ACМодуль электропитания 220 Вольт и -48 Вольт, 750 Ватт для шасси QSW-9000-04. QSW-M-9-GP8-GE8Интерфейсная карта GPON, 8 портов GPON SFP.

**Коммутатор L3.** Серия шассийных коммутаторов уровня ядра QSW-98XX [22] предназначена для поддержки облачных ЦОД, а также обладает широким спектром специализированных функций для сетей учебных заведений и предприятий любого масштаба. Данные коммутаторы обеспечивают облачную сетевую интеграцию, виртуализацию и гибкое развертывание для удовлетворения требований к облачной архитектуре нового поколения.

Три модели QSW-9805, QSW-9807 и QSW-9810 с различной плотностью портов поддерживают до 96 интерфейсов 40GE или 384 на 10GE. Серия подходит для различных целей: ЦОД, MAN, корпоративные сети и сети провайдера, а также учебных заведений.

Будет выбран модуль: QSW-9807Шасси с 7 слотами, 8U, без блока питания. QSW-M-98XX-PWR2-AC Модульный блок питания, поддержка резервирования, AC, 1600Вт, 100~240В. QSW-M-98XX-MCМодуль управления для QSW-98XX. QSW-M-98XX-4QXS24XS-UHИнтерфейсный модуль для QSW-98XX, 24 порта 10GE (SFP+), 4 порта 40GE (QSFP+), серия Ultra High. QSW-M-98XX-48XS-UH Интерфейсный модуль для QSW-98XX, 48 портов 10GE (SFP+), серия Ultra High.

**Оборудование для IP-TV.** Для организации услуги цифрового телевидения IP-TV в масштабе провайдера потребуются крупные затраты на лицензию и оборудование. Тут также можно воспользоваться вариантом с

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

арендой услуги у провайдера. В случае если спрос на услугу ТВ будет небольшим, то услугу можно вообще исключить из списка предложений или предложить вышестоящему провайдеру предоставлять ее через оборудование взамен некоторых скидок.

**Оборудование IP телефонии.** QTECH QPBX-Q500 [23] — это IP-АТС гибридного типа, рассчитанная на применение в офисах средних и филиалах крупных компаний с возможностью регистрации до 500 абонентов.

Для организаций, не готовых полностью перейти на VoIP-технологии, IP PBX оставляет возможность подключения традиционного аналогового телекоммуникационного оборудования. Устройство поддерживает стандартные SIP транки, аналоговые транки (FXO), внутренние транки (FXS), потоковый транк E1 и мобильные GSM транки (достигается путем установки модулей).

АТС отличает удобство использования и простота обслуживания. Невысокая цена IP-АТС является немаловажным преимуществом в сравнении с оборудованием от других ведущих производителей.

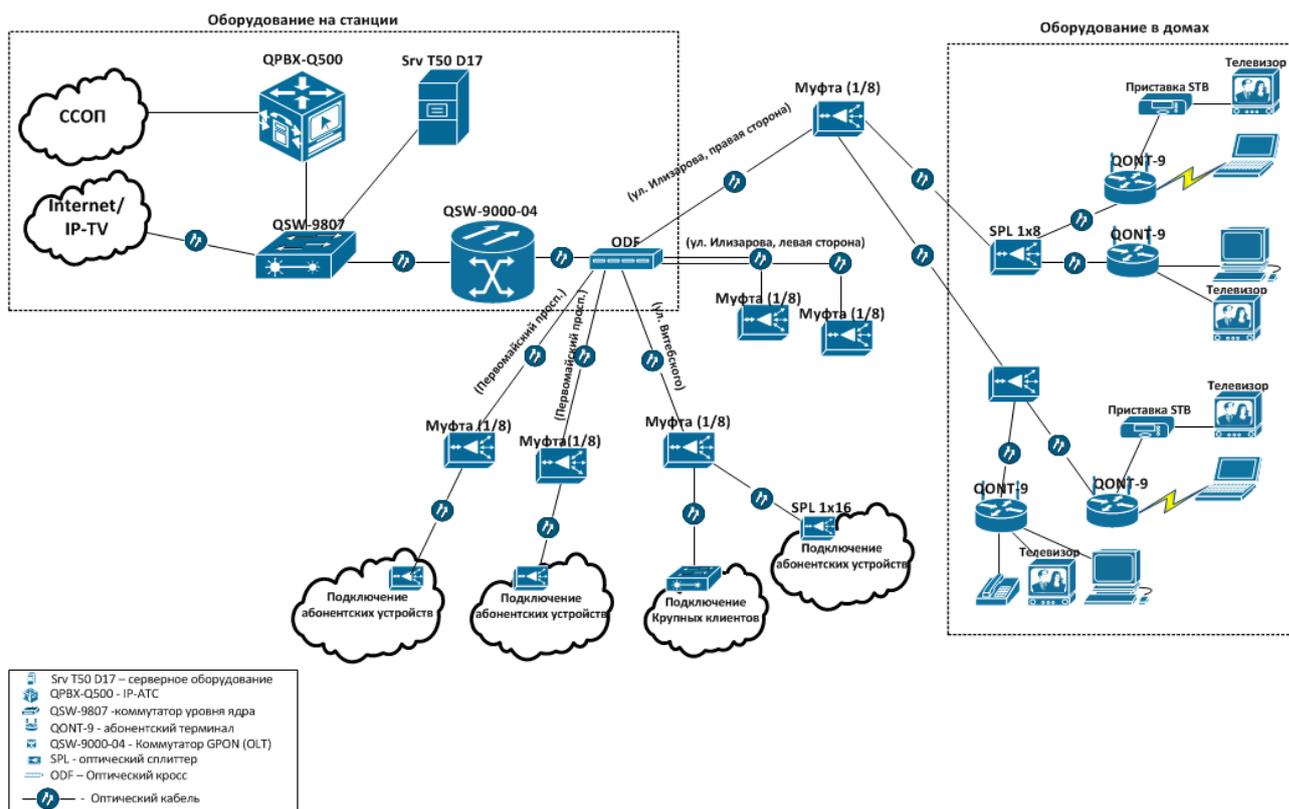
**Кабельная система.** Предполагается, что на территории 6 микрорайона будет организована прокладка белея в грунт или в кабельную канализацию при ее наличии. Для прокладки по территории района будет использован кабель КСО-КСЦЗПБ 1\*16Е-7 [24]. Кабель содержит до 16 одномодовых волокон, предназначен для эксплуатации при повышенных требованиях устойчивости к механическим воздействиям при прокладке ручным и/или механизированными способами непосредственно в грунтах всех категорий, в том числе в районах с высокой коррозионной агрессивностью и территориях, зараженных грызунами, кроме грунтов, подвергаемых мерзлотным деформациям, через неглубокие болота, озера, сплавные и несудоходные реки глубиной до 15 метров.

В домах будет прокладываться кабель ОКВм-2Д/Пнг-20x1А1/Пнг-1,0 [25] Кабель типа ОКВм предназначен для прокладки в вертикальных кабельных стояках многоэтажных зданий волоконных-оптических сетей цифрового кабельного телевидения и высокоскоростных сетей передачи

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

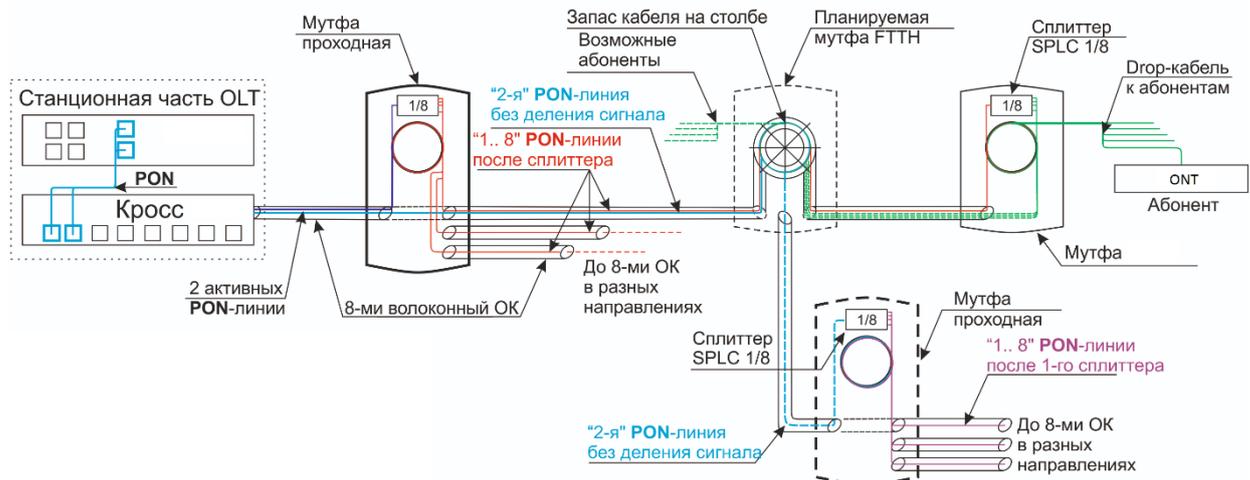
данных (локальных и Интернет). Оба кабеля имеют все необходимые документы и сертификаты соответствия.

На рисунке 4.1 приведена схема организации телекоммуникационной сети связи для предоставления мультисервисных услуг жителям микрорайона Левобережный г.Химки.



**Рисунок 4.1 – Проект телекоммуникационной сети связи в микрорайоне Левобережный г.Химки**

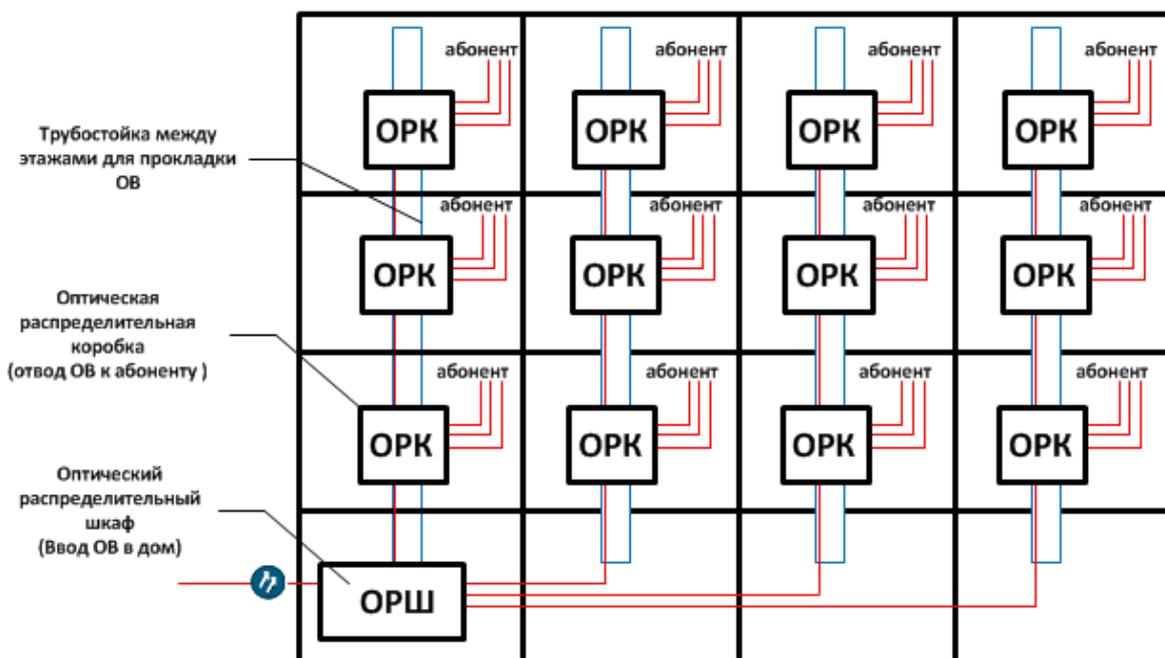
Основное оборудование OLT QSW -9000 с оптическими модулями устанавливается в здании АТС или ближайшем арендованном помещении. Там же размещается оптический кросс. Далее оптический кабель прокладывается до жилых домов, в месте отвода кабеля устанавливается муфта, например 1x8, которая позволяет отвести до 8 волокон. Пример прокладки волокна с помощью муфт приведен на рисунке 4.2.



**Рисунок 4.2 – Прокладка оптического волокна**

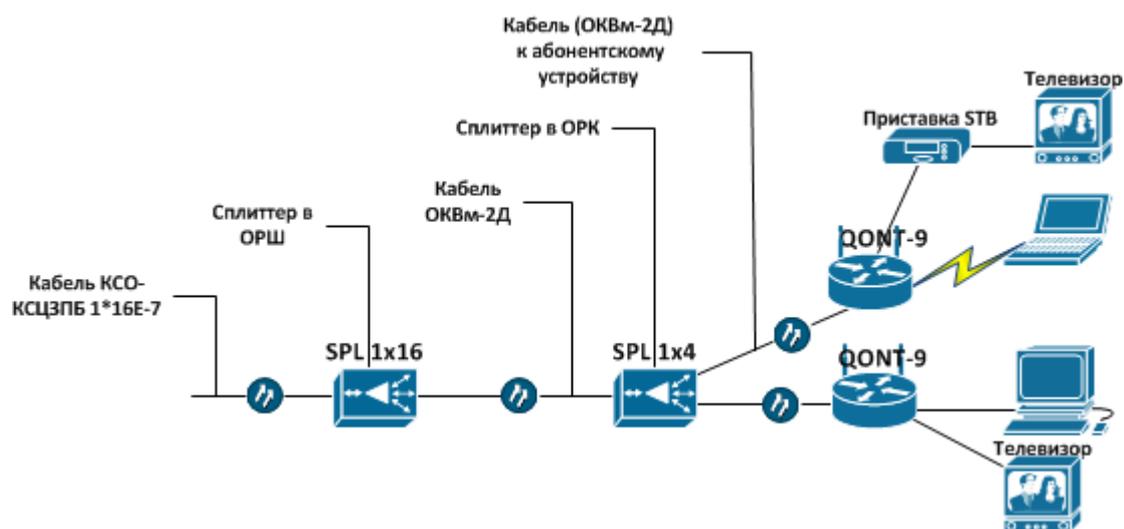
Синяя линия (волокно без деления) выделяется для подключения каждого дома, это позволяет организовывать канал без затухания, которое может быть внесено каждой муфтой или сплиттером.

В отличие от FTТВ в PON сети нет активного оборудования, которое необходимо разместить в доме. Непосредственно в доме размещаются только ОРШ и ОРК (оптические распределительные шкафы/коробки). Пример размещения оборудования в доме приведен на рисунке 4.3.



**Рисунок 4.3 – Схема размещения оборудования в доме**

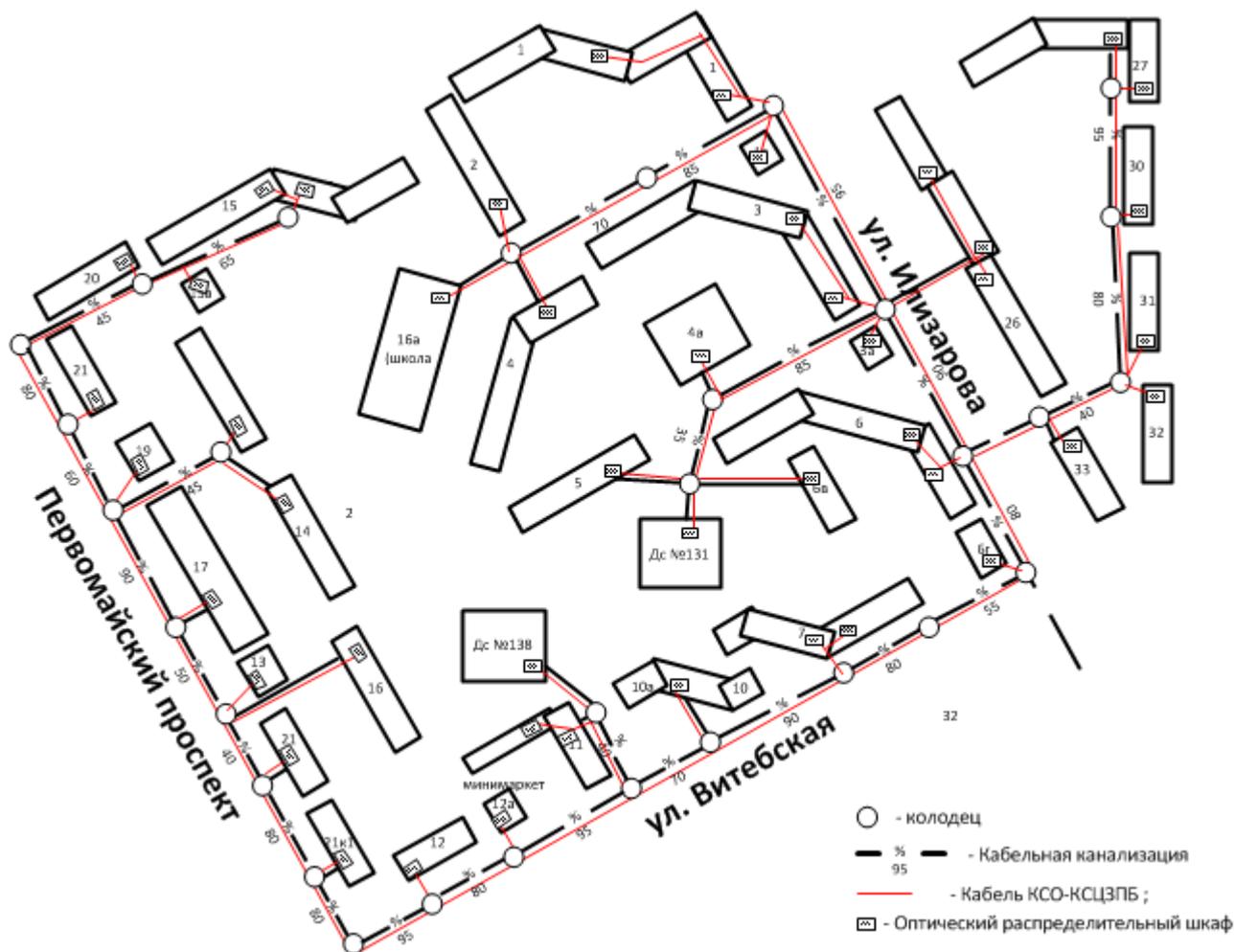
В дом заводится оптический кабель, конечной точкой которого является ОРШ, там кабель разветвляется на отдельные волокна на каждый подъезд. В каждом подъезде на этаже устанавливается ОРК, для отвода кабеля до абонентского устройства. Схема включения абонентского оборудования к главному оптическому волокну приведена на рисунке 4.4.



**Рисунок 4.4 – Схема включения абонентского оборудования**

В зависимости от типа дома, в ОРК и ОРШ могут быть установлены различные сплиттеры, которые адекватно подходят к задаче подключения требуемого количества абонентов.

На рисунке 4.5 приведен вариант схемы прокладки кабеля для организации подключения оборудования в домах.



**Рисунок 4.5 – Ситуационная схема трассы прокладки кабеля.**

Кабель прокладывается в соответствии со всеми необходимыми нормами и правилами, согласованно с заинтересованными службами. В месте, где осуществляется отвод кабеля устанавливается муфта, согласно примеру на рисунке 4.2.

При проектировании оптических сетей необходимо проводить расчет оптического бюджета линии. Оптический бюджет мощности определяется как разница между мощностью передатчика (SFP OLT трансивера) и чувствительностью приёмника в ONU. Выбрав оборудование, вычислим оптический бюджет сети:

Для Downstream направления ( OLT > ONU), выходная мощность OLT составляет +3dBm и чувствительность ONU – 26dBm, следовательно, оптический бюджет для Downstream потока: 3-(-26) = 29 dBm.

Для Upstream направления ( ONU > OLT), выходная мощность ONU составляет 0dBm, чувствительность OLT – 29dBm, следовательно, оптический бюджет для Upstream потока: 0-(-29) = 29dBm.

Под оптическим бюджетом потерь подразумевается максимальное затухание сигнала от OLT-а до ONU.

$$P = F_{(km)} * K + C + S1 + S_p \quad (4.1)$$

Где P - бюджет мощности (максимальные оптические потери в ODN – Optical Distribution Network);

F - протяженность волокна в километрах;

K – затухание на километр;

C - затухание сигнала в оптических коннекторах;

S1 - затухание сигнала в соединениях волокна;

S<sub>p</sub> - затухание сигнала в сплиттерах;

Вычислим оптический бюджет самой длинной линии с наибольшим количеством ответвлений. Эта линия составляет 1,2 км по улице и 70 метров в доме, установлена 1 муфта, 1 ОРШ (сплиттер 1x8), 1 ОРК (сплиттер 1x8):

$$P = 1,27 + 2 * 0,3 + 0,4 + 4 * 0,2 + 10 + 10 = 23,07dB$$

Расчет показывает, что оптического бюджета хватает для Upstream и Downstream потоков.

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

## 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. Расчет капитальных вложений в оборудование и материалы представлен в таблице 5.1 (данные в таблице взяты из общедоступных электронных ресурсов компаний производителей и дистрибьюторов).

**Таблица 5.1 – Смета затрат на оборудование и материалы**

№ п/п	Наименование	Кол-во единиц	Стоимость, руб.	
			за единицу	всего
1.	QSW-9000-04	3	73 550	220650
2.	QSW-M-9-MU01	3	81 595	244785
3.	QSW-M-9-8SFP+	3	180 428	541284
4.	QSW-M-9-04-PWR750-AC	3	24133	72399
5.	QSW-M-9-GP8-GE8	9	164 339	1479051
6.	QSW-9807	1	160150	160150
7.	QSW-M-98XX-PWR2-AC	1	75020	75020
8.	QSW-M-98XX-MC	1	176300	176300
9.	QSW-M-98XX-4QXS24XS-UH	1	590400	590400
10.	QSW-M-98XX-48XS-UH	1	450400	450400
11.	QPBX-Q500	1	91000	91000
12.	Сервер Srv T50 D17	1	717 476	717476
13.	ПО для биллинга ACP CombiBilling 2.0	1	150000	150000
14.	Модуль (QSC-SFP+10G10E-1310	100	3850	385000
15.	Кабель SFP+ Allied Telesis AT-SP10TW1	10	9750	97500
16.	ИБП UPS 400VA FSP	2	1900	3800
17.	Сетевой фильтр	2	1100	2200
18.	ОПИ ОКРЭ-64КС3-32/8 SC	68	8176	555968

	SM APC			
19.	SNR-PLC-1x8	120	2800	336000
20.	SNR-PLC-1x16	40	5710	228400
21.	SNR-PLC-1x32	20	8500	170000
22.	Расходные материалы	1	500000	500000
23.	QONT-9-4G-2V-1W	1000	4990	4990000
24.	QONT-9-1G-C	1000	4700	4700000
25.	QONT-9-1	2000	2300	4600000
<b>Итого: 21 537 783</b>				

Капитальные затраты на оборудование рассчитываются по формуле:

$$K_{обор} = K_{пр} + K_{тр} + K_{смр} + K_{нпр}, \text{ руб} \quad (5.1)$$

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

$K_{тр}$  – транспортные расходы (4% от );  $K_{пр}$

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

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

$$K_{обор} = K_{пр} + K_{тр} + K_{смр} + K_{нпр} =$$

$$(1 + 0,04 + 0,2 + 0,03) * 21537783 = 27352985$$

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 ед./м	Стоимость, руб	
		за единицу, м	всего

ОКВМ-2Д/Пнг-20х1А1/Пнг-1,0	10000	61,48	614800
КСО-КСЦЗПБ 1*16Е-7	4000	37,126	148504
Комплекующие для монтажа ВОЛС	1	600000	600000
			<b>Итого: 1363304</b>

Капитальные затраты на строительство ВОЛС составят:

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

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

$L$  – протяженность кабельной линии;

$Y$  – стоимость 1 км прокладки кабеля;

$$K_{ЛКС} = 4000 * 500 + 4307 * 800 = 5445600 \text{ руб}$$

Расчет проведен исходя из затрат на прокладку кабеля в грунте 300р/метр и внутри дома до коммутатора до абонента 500р/абонент. Суммарные затраты на приобретение оборудования, кабеля и других компонент мультисервисной сети составят:

$$KB = 27352985 + 1363304 + 5445600 = 34161889 \text{ руб.}$$

## 5.2 Расчет эксплуатационных расходов

Эксплуатационные расходы это текущие расходы предприятия на производство и предоставление абоненту услуг связи. В состав эксплуатационных расходов входят все расходы на содержание и обслуживание сети. Эксплуатационные расходы по своей экономической сущности выражают себестоимость услуг связи в денежном выражении.

Эксплуатационные расходы включают в себя:

1. Затраты на оплату труда – необходимо сформировать фонд заработной платы для оплаты труда сотрудников.

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

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** . Предполагается, что для обслуживания оборудования потребуется новый персонал, рекомендуемый состав персонала приведен в таблице 5.3.

**Таблица 5.3 – Состав персонала**

Наименование должности	Оклад	Количество, чел.	Сумма з/ пл, руб.
Системный администратор	35000	2	70000
<b>Итого</b>		<b>2</b>	<b>70000</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.

$$\text{ФОТ} = 70000 * 12 = 840000 \text{ руб.}$$

**Страховые взносы.** Страховые взносы в 2019 году составляют 30 % от суммы годового заработка

$$\text{СВ} = 0.3 * \text{ФОТ} \quad (5.4)$$

$$\text{ФОТ} = 70000 * 0,3 * 12 = 252000 \text{ руб.}$$

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

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

где  $T$  – стоимость оборудования ;

$F$  – срок службы оборудования.

$$AO = 21537783 / 15 = 1435853 \text{ руб.}$$

**Затраты на оплату электроэнергии** определяются в зависимости от мощности стационарного оборудования:

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

где  $T = 3,8$  руб./кВт – тариф на электроэнергию

$P = 1$  кВт – суммарная мощность установок.

Тогда, затраты на электроэнергию составят

$$Z_{\text{ЭН}} = 3,8 * 24 * 365 * 1 = 33288, \text{ руб.}$$

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

$$Z_{\text{пр}} = 0.05 * \text{ФОТ} \quad (5.6)$$

$$Z_{\text{эк}} = 0.07 * \text{ФОТ} \quad (5.7)$$

Подставив значения в формулы (5.7) и (5.8) , получается:

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$З_{np} = 0,05 * 840000 = 42000, \text{ руб.}$$

$$З_{эк} = 0,07 * 840000 = 58800, \text{ руб.}$$

Таким образом, вычисляются прочие расходы:

$$З_{прочие} = 58800 + 42000 = 100800, \text{ руб.}$$

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	840000
2. Страховые взносы	252000
3. Амортизационные отчисления	1435853
4. Общие материальные затраты	33288
5. Прочие расходы	100800
6. Аренда канала для ПД	1500000
7. Аренда услуг ТВ	500000
<b>Итого:</b>	<b>4661941</b>

### 5.3 Определение доходов от основной деятельности

Доходы провайдера от предоставления услуг населению имеют два вида – единоразовые (оплата за подключение услуги) и периодические (абонентская плата за предоставление доступа к услугам). Разовая оплата за подключение к сети сейчас уже не распространена среди провайдеров, поэтому примем в расчет, что подключение абонента к сети будет бесплатное. 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		IP-телефония		VOD	
	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица
<b>1</b>	1273	45	764	10	150	30	100	0
<b>2</b>	1909	20	1018	0	165	0	80	0
<b>3</b>	1061	0	764	0	110	0	54	0
<b>Всего абонентов</b>	<b>4242</b>	<b>65</b>	<b>2546</b>	<b>10</b>	<b>425</b>	<b>30</b>	<b>254</b>	<b>0</b>

Расчет окупаемости будет проводиться при условии полного подключения абонентов за 3 года. В первый год планируется подключить минимум 50% от общего количества абонентов. Предполагается, что юридические лица будут заинтересованы в подключении всего спектра услугам.

Проанализировав, тарифные планы конкурентов, были выбраны следующие цены на услуги: Доступ к сети Интернет: юридические лица - 1500, физические лица – 400 за 50 Мбит/с; услуга IP-TV: юридические лица - 800, физические лица - 200; услуга IP-телефония: юридические лица - 300, физические лица – 150 (цены указаны в рублях). Примем в расчет, что услугой видео по запросу абоненты будут пользоваться активно и тратить на это будут около 100 рублей в месяц. Устройства ONU будут предлагаться в аренду пользователям на 3 года, предполагается что за 3 года этой услугой воспользуется 70 % пользователей , таким образом, за год доход от аренды составит 3334333 рублей (учитывается рассрочка без наценки). На основании определенной цены за услуги проведен расчет ежегодного дохода.

**Таблица 5.6 – Доходы от основной деятельности за первые 3 года.**

	<b>Доход, руб.</b>
--	--------------------

Год	За месяц	За год
1	1084224	16345021
2	1488126	21191845
3	853380	13574893

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

#### 5.4 Определение оценочных показателей проекта

Экономические показатели, которые необходимо рассчитать, это срок окупаемости, индекс рентабельности, внутренняя норма доходности.

Срок окупаемости 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. Иными словами этот показатель представляет собой разность дисконтированных показателей доходов и инвестиций, рассчитывается по формуле (5.9):

$$NPV = PV - IC \quad (5.8)$$

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

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

$$PV = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} \quad (5.9)$$

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

$$IC = \sum_{n=1}^m \frac{I_n}{(1+i)^{n-1}} \quad (5.10)$$

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

Следует обратить внимание, что при наличии года на ввод сети в эксплуатацию, первым годом при расчете IC ( $n=1$ ) будет именно нулевой год.

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 показывает доход, полученный за текущий год.  $P_n$

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

Год	P	PV	I	IC	NPV
0	0	0	38823830	38823830	-38823830
1	16345021	14213062	4661941	42877692	-28664630
2	37536866	42596325	4661941	46402789	-3806464
3	51111759	76203136	4661941	49468091	26735046
4	51111759	105426451	4661941	52133571	53292880
5	51111759	130838028	4661941	54451379	76386649
6	51111759	152935052	4661941	56466865	96468187
7	51111759	172149855	4661941	58219461	113930394

Определим срок окупаемости ( $PP$ ), т.е. период времени от момента старта проекта до момента, когда доходы от эксплуатации становятся равными первоначальным инвестициям и может приниматься как с учетом фактора времени, так и без его участия.  $PP$

Точный срок окупаемости можно рассчитать по формуле:

$$PP = T + \left| NPV_{n-1} \right| / ( \left| NPV_{n-1} \right| + NPV_n ) \quad (5.11)$$

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

$$PP = 3 + 3806464 / (3806464 + 26735046) = 3,12 = 3 \text{ года } 2 \text{ месяца}$$

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

$$PI = \frac{\sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n}}{\sum_{n=1}^m \frac{I_n}{(1+i)^{n-1}}} \quad (5.12)$$

Индекс рентабельности на момент окупаемости (4 год эксплуатации) проекта составит:

$$PI = 76203136 / 49468091 = 1,54 = 54\%$$

Внутренняя норма доходности ( $IRR$ ) – норма прибыли, порожденная инвестицией. Это та  $IRR$  норма прибыли, при которой чистая текущая стоимость инвестиции равна нулю, или это та ставка дисконта, при которой дисконтированные доходы от проекта равны инвестиционным затратам. Внутренняя норма доходности определяет максимально приемлемую ставку дисконта, при которой можно инвестировать средства без каких-либо потерь для собственника.

Оценка показателя позволяет оценить целесообразность решений инвестиционного характера, уровень рентабельности которых не ниже цены капитала. Чем выше, тем больше возможностей у предприятия в выборе источника финансирования. показывает ожидаемую норму доходности

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

(рентабельность инвестиций) или максимально допустимый уровень инвестиционных затрат в оцениваемый проект. должен быть выше средневзвешенной цены инвестиционных ресурсов:  $IRR > i$

$$IRR > i \quad (5.13)$$

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 меняла свое значение с «+» на «-», или наоборот. Далее по формуле делается расчет внутренней нормы доходности:  $NPV$

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1) \quad (5.14)$$

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

Для данного проекта:  $i_1 = 15\%$ , при котором  $NPV_1 = 26735045,68$ ;  $i_2 = 50\%$ , при котором  $NPV_2 = -2661123$

Следовательно, расчет внутренней нормы доходности будет иметь вид:

$$IRR = 15 + 26735045,68 / (26735045,68 - (-2661123)) * (50 - 15) = 46,8$$

Таким образом, внутренняя норма доходности проекта составляет 46,8 %, что больше цены капитала, которая рассматривается в качестве 15%, таким образом, проект следует принять.

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

Таблица 5.8 – Основные технико-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Значения показателей
Объем капитальных вложений в проект, руб.	34161889
Годовые эксплуатационные расходы, руб. , в том числе:	4661941
ФОТ, руб.	840000
Страховые взносы, руб.	252000
Амортизационные отчисления, руб.	1435853
Общие материальные затраты, руб.	33288
Прочие расходы, руб.	100800
Аренда канала для ПД, руб.	1500000
Аренда услуг ТВ	500000
Численность персонала по обслуживанию линейного тракта, чел.	2
Количество абонентов, чел.	<b>4242</b> физических лиц, <b>65</b> юридических лиц.
Срок окупаемости	3 года 2 месяц а
Рентабельность	54%
Внутренняя норма доходности	46,8%

Расчеты экономических показателей проекта подтверждают инвестиционную привлекательность проекта телекоммуникационной сети в целом. Окупаемость проекта не превышает 4 лет с момента начала эксплуатации.

Проект может иметь меньшие показатели при условии отказа пользователей от аренды устройств, в этом случае необходимо закупать ONU партиями, чтобы минимизировать риски на ненужные затраты. При реализации

проекта крупными провайдерами города, затраты на аренду каналов и обслуживающий персонал не будут учитываться.

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## **6 МЕРЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ОХРАНЫ ТРУДА, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Соблюдение мер по охране труда, технике безопасности, а также охраны окружающей среды являются важными аспектами в деятельности предприятия [26-33]. За несоблюдение каких-либо условий, которые могут повлечь за собой нанесение вреда здоровью сотрудника, либо окружающей среды предусмотрены наказания для работодателя как по административному законодательству (штрафы), так и вплоть до уголовной ответственности для отдельных лиц в случае серьезных нарушений.

Поэтому на каждом предприятии имеются отделы и управления, которые следят за исполнением сотрудниками всех норм и правил. Все нормы и правила приведены в существующем законодательстве РФ, поэтому подробно их описывать не имеет смысла. Далее будут приведены отдельные выдержки из действующих правил с указанием документа первоисточника.

К самостоятельной работе связистом-ремонтником допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие соответствующую квалификацию, прошедшие вводный инструктаж и первичный инструктаж на рабочем месте по охране труда, имеющие квалификационную группу по электробезопасности не ниже III.

Работник не прошедший своевременно повторный инструктаж по охране труда (не реже одного раза в 3 месяца), не должен приступать к работе.

Работник обязан соблюдать Правила внутреннего трудового распорядка, установленные в организации, не допускать нарушения трудовой и производственной дисциплины.

Работник не должен приступать к выполнению разовых работ, не связанных с его прямыми обязанностями по специальности, без прохождения целевого инструктажа.

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Заметив нарушение требований правил и норм по охране труда другим работником, работник должен предупредить его о необходимости их соблюдения.

Перед началом работ связист-ремонтник обязан получить оформленный наряд-допуск на проведение:

- работ в подземных смотровых устройствах (кабельных колодцах, коллекторах);
- огневых работ;
- работ на кабелях с напряжением дистанционного питания;
- работ на опорах при нахождении на высоте более 5 м;
- работ на кабельных линиях передачи, подверженных влиянию электрифицированных железных дорог.

Надеть специальную одежду, подготовить средства индивидуальной защиты; проверить исправность инструмента, приспособлений и средств защиты, необходимых для выполнения данной работы; проверить рабочее место и подходы к нему на соответствие требованиям безопасности; поставить необходимые защитные ограждения и вывесить предупреждающие плакаты.

Перед стойками оборудования, которые имеют напряжение 220 В, распределительными щитками, АТС координатной системы должны быть положены диэлектрические коврики. На чехлах оборудования, закрывающих контакты, к которым подведено напряжение 220 В, должен быть нанесен знак электрического напряжения (красная стрела).

Снятие приборов со штатива и чистка контактного поля (рабочего места) прибора производится при выключенном напряжении (снятом индивидуальном предохранителе).

В случае возникновения аварийной ситуации следует:

- прекратить все работы, не связанные с ликвидацией аварии;
- о случившемся сообщить непосредственному руководителю;

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- обеспечить вывод людей из опасной зоны, если есть опасность для их здоровья и жизни;

- принять меры по оказанию первой помощи (если есть потерпевшие);

- принять меры по предотвращению развития аварийной ситуации и воздействия травмирующих факторов на других лиц;

При пожаре следует вызвать подразделение по чрезвычайным ситуациям, сообщить о происшедшем непосредственному руководителю, принять меры по тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения.

Применение воды и пенных огнетушителей для тушения находящегося под напряжением электрооборудования недопустимо. Для этих целей используются углекислотные и порошковые огнетушители.

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения ВКР были разработаны рекомендации по реализации проекта интегрированной мультисервисной сети связи в микрорайоне Левобережный г. Химки.

Пояснительная записка содержит описание инфраструктуры микрорайона Левобережный г.Химки с описанием количества потенциальных абонентов (физических и юридических лиц), описание предлагаемых услуг ( IP-телефония, IPTV, VoD(видео по запросу), доступ к сети Интернет) и предполагаемый процент их проникновения (оценка спроса). Также в первой главе уделено внимание анализу присутствующих провайдеров и их тарифных планов. Сформулированы требования к мультисервисной сети связи.

Во второй главе приведено описание существующей телекоммуникационной сети и ее основные недостатки. На основании проведенного анализа сформулировано решение о проектировании мультисервисной сети по технологии GPON, это в первую очередь обусловлено перспективой возможной интеграции к существующей сети крупного провайдера.

В третьей главе приведены расчеты нагрузок, которые будут создаваться абонентами при пользовании предложенными услугами.

Четвертая глава содержит описание оборудования, проект мультисервисной сети на базе технологии GPON. Проект включает в себя схему МСС, план прокладки оптического кабеля по территории района, план использования оптических муфт, схему размещения оборудования в доме и схему включения абонентского оборудования, расчет оптического бюджета.

Оборудование выбрано компании Qtech, т.к. оно имеет модульное исполнение, имеет все необходимые документы и разрешения, стоимость его не превосходит аналоги.

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В пятой главе проведен расчет затрат на приобретение оборудования и обслуживание сети, а также проведен расчет экономических показателей проекта. Проведенные расчеты показали необходимость 34 млн. рублей на реализацию проекта, годовые затраты 4,7 млн. рублей, проект будет приносить прибыль на 3 году эксплуатации, рентабельность на момент окупаемости 54%. В главе также описаны возможные риски при реализации проекта, которые могут сказаться на экономических показателях.

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.

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Официальный сайт г. Химки / [Электронный ресурс]  
<https://www.kurgan-city.ru/city/> ( дата обращения 22.03.2019)
2. Информация о г. Химки / [Электронный ресурс]  
[https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BE%D0%B7%D1%91%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B9\\_\(%D0%9A%D1%83%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BE%D0%B7%D1%91%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B9_(%D0%9A%D1%83%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD))/ (дата обращения 22.03.2019)
3. Тарифы провайдера ПАО «Ростелеком» / [Электронный ресурс]  
<https://kurgan.rt.ru/packages/tariffs> (дата обращения 22.04.2019)
4. Тарифы провайдера Орбител / [Электронный ресурс]  
<http://orbitel.ru/inettv/> ( дата обращения 22.04.2019)
5. Тарифы провайдера Берилл / [Электронный ресурс]  
<http://kurgan.tv/tarify/> (дата обращения 22.04.2019)
6. Тарифы провайдера Интерсвязь / [Электронный ресурс]  
<https://kurgan.is45.ru/home/internet/tariffs/> (дата обращения 21.04.2019)
7. Филимонов А. Построение мультисервисных сетей Ethernet [текст]  
/ А.Филимонов // Изд.: БХВ-Петербург, 2007г. 530с.
8. Смирнова Е.В. . Технологии современных сетей Ethernet. Методы коммутации и управления потоками данных [текст] / Е.В. Смирнова, П.В. Козик // Изд.: БХВ-Петербург, 2012г. 272с
9. Кузьменко Н.Г. . Компьютерные сети и сетевые технологии [текст]  
/ Н.Г. Кузьменко // Изд.: Наука и техника, 2013г. 368с
10. Максимов Н.В. Архитектура ЭВМ и вычислительных систем [текст] / Н.В. Максимов, Т.Л. Партыка, И.И. Попов // Изд.: НИЦ ИНФРА-М, 2016г. 512с
11. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы [текст] / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер // Изд.: Питер, 2016г. 992с.

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

12. Куроуз Д. Компьютерные сети. Нисходящий подход [текст]/ Д. Куроуз, К. Росс// 6-е изд. - М.: 2016. — 912 с
13. Семенов А.Б. Волоконно-оптические подсистемы современных СКС [текст] / А.Б. Семенов // Изд.: ДМК Пресс, Компания АйТи. – 2014г. 632с.
14. Роджер Л. Фриман Волоконно-оптические системы связи [текст] / Роджер Л. Фриман // Изд.: Техносфера. 2007г. 514с.
15. Дмитриев С. Волоконно-оптическая техника. Современное состояние и новые перспективы [текст]/ С. Дмитриев, Н. Слепов // Изд.: Техносфера . – 2010г. 608с.
16. Цуканов В.Н. Волоконно-оптическая техника. Практическое руководство [текст]/ В.Н. Цуканов, М.Я. Яковлев // Изд.:Инфра-Инженерия – 2014г. 304с
17. Скляр О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи [текст]/ О.К. Скляр // Изд.: Лань – 2010г. 272с
18. Листвин В.Н. DWDM-системы [текст] / В.Н. Листвин, В.Н. Трещиков // Изд.: Техносфера – 2015г. 296с
19. Никульский И. Оптические интерфейсы цифровых коммутационных станций и сети доступа [текст] / И. Никульский // Изд.: Техносфера – 2006г. 256с
20. Гольдштейн Б.С. Сети связи пост-NGN [текст] /Б.С. Гольдштейн, А.Е. Кучерявый// Изд.: БХВ-Петербург – 2013г. 160с
21. Технические характеристики QSW-9000-04 [Электронный ресурс] / <http://www.qtech.ru/catalog/gpronolt/219/info.html/> (дата обращения 29.04.2019)
22. Технические характеристики QSW-98XX [Электронный ресурс] / <http://www.qtech.ru/catalog/corporate/521/info.htm> / (дата обращения 28.04.2019)
23. Технические характеристики QPBX-Q500 [Электронный ресурс] / <http://www.qtech.ru/catalog/ipats/662/info.htm> / (дата обращения 29.04.2019)

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

24. Технические характеристики кабеля КСО-КСЦЗПБ 1\*16Е-7 [Электронный ресурс]/ <https://optikcable.ru/katalog/bronirovannyy-v-grunt-i-kanalizatsiyu-kso-kstszpb/bronirovannyy-opticheskiy-kabel-kso-kstszpb-1-16e-4/> (дата обращения 05.05.2019)

25. Технические характеристики кабеля ОКВМ-2Д/Пнг-20х1А1/Пнг-1,0 [Электронный ресурс]/ <https://pronet-grupp.ru/okvm-2d-png-20kh1a1-png-1-0/> (дата обращения 05.05.2019)

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

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

28. 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 российской федерации» [Электронный ресурс]/ <http://www.referent.ru/1/35512> (дата обращения 25.05.2018)

29. Постановление от 8 февраля 2000 г. N 14 «Об утверждении рекомендаций по организации работы службы охраны труда в организации» [Электронный ресурс]/ [www.government-nnov.ru/?id=71330](http://www.government-nnov.ru/?id=71330) (дата обращения 25.05.2018)

30. Порядок обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций. №4209, Москва, 2003.

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

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

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

					<i>11120005.11.03.02.070 ПЗВКР</i>	Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		