

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 ЖИЛИЩНОГО  
КОМПЛЕКСА «БОРИСОГЛЕБСКОЕ» (КЛЕНОВЫЙ КВАРТАЛ) Г. МОСКВА,  
ПОСЕЛЕНИЕ НОВОФЕДОРОВСКОЕ, ДЕРЕВНЯ ЗВЕРЕВО**

**Выпускная квалификационная работа**  
обучающегося по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные  
технологии и системы связи  
заочной формы обучения, группы 07001362  
Войтенко Алексея Ивановича

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

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

**БЕЛГОРОД 2017**

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СЕТИ СВЯЗИ.....	7
1.1 Общие сведения о жилищном комплексе «Борисоглебское» (Кленовый квартал).....	7
1.2 Требования к проектируемой мультисервисной сети связи жилищного комплекса «Борисоглебское» (Кленовый квартал).....	13
2 СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЕНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ.....	16
2.1 Сети MetroEthernet.....	16
2.2 Технологии xDSL .....	19
2.3 Архитектура FTTx .....	22
2.4 Выбор варианта построения мультисервисной сети связи .....	23
3. РАСЧЕТ НАГРУЗОК И КОЛИЧЕСТВА НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	25
3.1 Расчет нагрузок в мультисервисной сети.....	25
3.2 Расчет трафика телефонии.....	27
3.3 Расчет трафика IP-TV.....	29
3.4 Расчет трафика IP-TV в режиме HD.....	32
3.4 Расчет пропускной способности для доступа к сети Интернет.....	35
4. ПРОЕКТ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ ЖИЛИЩНОГО КОМПЛЕКСА «БОРИСОГЛЕБСКОЕ» (КЛЕНОВЫЙ КВАРТАЛ).....	43
4.1 Выбор оборудования для проектируемой мультисервисной сети связи ЖК «БОРИСОГЛЕБСКОЕ» (Кленовый квартал).....	43
4.2 Выбор типа линии связи и план размещения оборудования .....	47

					<b>11070006.11.03.02.340.ПЗВКР</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		<i>Войтенко А.И.</i>			Проектирование мультисервисной сети связи жилищного комплекса «Борисоглебское» (Кленовый квартал) г. Москва, поселение Новофедоровское, деревня Звереве	Лит.	Лист	Листов
Провер.		<i>Болдышев А.В.</i>					2	72
Рецензент		<i>Уманец С.В.</i>				<i>НИУ «БелГУ», гр.07001362</i>		
Н. контр.		<i>Болдышев А.В.</i>						
Утв.		<i>Жуляков Е.Г.</i>						

5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА.....	51
5.1 Расчет капитальных вложений на оборудование и строительномонтажные работы.....	51
5.2 Расчет эксплуатационных расходов.....	54
5.3 Определение доходов от основной деятельности .....	57
5.4 Определение оценочных показателей проекта .....	59
6. МЕРЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ОХРАНЫ ТРУДА, ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ .....	64
6.1 Меры по охране окружающей среды.....	64
6.2 Техника безопасности и охрана труда на предприятиях связи .....	65
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	67
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	69

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день информационные технологии это: удобный способ быстро получить всю необходимую и актуальную информацию; осуществить покупку необходимых вещей находясь дома; скоротать время за просмотром новейших фильмов или телепередач; пообщаться с родными и близкими, находясь на многокилометровом удалении и много другое. Все это доступно нам благодаря развитию информационных технологий и услуг на их основе – интернет, IP телефония и телевидение.

Возрастающая потребность пользователей в обмене информацией приводит к стремительному росту объемов передаваемой и хранимой информации, что заставляет провайдеров совершенствовать свои технологии и услуги, чтобы удовлетворить пользователей.

Главная цель для провайдера это получение максимальной прибыли, которая может быть достигнута за счет привлечения новых абонентов и внедрения новых услуг. При этом важной задачей для провайдера является сохранение высокого качества всех предоставляемых услуг.

Достижение этой цели возможно при грамотном подходе к проектированию сети, а именно необходимо осуществить: анализ потребностей абонентов, выбрать оптимальную технологию предоставления услуг, учитывая перспективы развития абонентской сети, а также обеспечить максимальное качество и бесперебойность предоставления услуг.

ЖК «Борисоглебское» проект малоэтажной комплексной застройки для сегмента класса «комфорт» на территории Новой Москвы. Кленовый квартал ЖК «Борисоглебское» будет состоять из 81 жилого дома малой этажности (3 этажа), всего 2583 квартиры. На территории квартала будет находиться детский сад и церковь.

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

Срок сдачи объекта 30 декабря 2016 года. В настоящее время на территории объекта нет провайдеров, которые могли бы предоставить будущим жителям доступ к мультисервисным услугам.

Проектирование мультисервисной сети должно быть ориентировано на предоставление полного спектра современных услуг, а также ряда дополнительных, например видеонаблюдения и точек беспроводного доступа.

На основании вышеприведенного можно утверждать, что проект создания мультисервисной сети связи в Кленовом квартале ЖК «Борисоглебское» с целью организации для жителей скоростного доступа к телекоммуникационным услугам является актуальным.

Чтобы достигнуть поставленную цель необходимо выполнить следующее:

1. Проанализировать проектную документацию ЖК «Борисоглебское» (Кленовый квартал) и оценить количество потенциальных абонентов.
2. Проанализировать провайдеров-конкурентов, осуществляющих предоставление мультисервисных услуг на территории ЖК «Борисоглебское».
3. Проанализировать современные технологий построения мультисервисных сетей связи и выбрать подходящий вариант.
4. Составить перечень предоставляемых телекоммуникационных услуг и определить необходимые ресурсы сети для них.
5. Разработать проект сети абонентского доступа.
6. Провести расчет финансовых затрат на проект и рассчитать основные экономические показатели.
7. Указать требования по технике безопасности, охране труда и природоохранных мероприятий.

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

# 1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СЕТИ СВЯЗИ

## 1.1 Общие сведения о ЖК «Борисоглебское» [1]

ЖК «Борисоглебское» - первый проект малоэтажной комплексной застройки от компании «СтройИнвестТопаз» для сегмента класса «комфорт» на территории Новой Москвы.

Общая площадь застройки на земельном участке площадью в 120 га составляет 330 тыс. кв. м. Всего в ЖК «Борисоглебское» будет построено 219 трехэтажных жилых домов. Окончание строительства первой очереди - 2015 год. Ввод жилого комплекса в эксплуатацию по проектной декларации – 30 декабря 2016 года.

Жилой комплекс "Борисоглебское" расположен в Троицком административном округе (поселение Новофедоровское, дер. Звереве) всего в 35 километрах от МКАД по Киевскому шоссе в экологически чистом районе. ЖК "Борисоглебское" входит в состав Новой Москвы. Территория ЖК «Борисоглебское» окружена лесным массивом. Юго-западное направление, на котором находятся новостройки ЖК «Борисоглебское», на сегодняшний день считается одним из самых комфортных и престижных районов для проживания. Основная транспортная магистраль, ведущая к жилому комплексу – благоустроенное Киевское шоссе, известное хорошим дорожным покрытием, удобными транспортными развязками и отсутствием светофоров. В пешей доступности от комплекса находится железнодорожная станция Рассудово, что позволяет за 50 минут добраться на пригородной электричке до центра столицы.

Эко-район «Борисоглебское» располагает большим выбором различных планировок 1,2,3-комнатных квартир, площади которых варьируются от 33,6 до 73,95 кв.м.

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Проект предполагает создание комфортного жилого комплекса с развитой инфраструктурой, которая включает в себя школу, 3 детских сада, спортивно-оздоровительный комплекс, торговый центр, многофункциональные центры общественно-делового назначения, православный храм. Более трети территории проекта отведено под озеленение и благоустройство, во дворе каждого дома будут обустроены комфортабельные зеленые зоны отдыха и детские игровые площадки. Для владельцев автомашин и гостей комплекса предусмотрены гостевые автостоянки.

Центральная улица ЖК «Борисоглебское» представляет собой бульварную аллею с велодорожками протяженностью около 1,5 км., начинающуюся от железнодорожной станции Рассудово. Бульвар ведет к торговому центру и административному зданию комплекса, и далее, через живописный пешеходный мост над шоссе Рассудово-Звереве, приводит к возвышающемуся на холме храму Бориса и Глеба.

Жилой комплекс «Борисоглебское» представлен типовыми блокированными и отдельно стоящими многоквартирными домами. Образ современного и комфортного жилого комплекса формирует идея расширения пространства за счет разнообразия компоновки жилых групп и дополнительной территории, отведенной под парковки и прогулочные зоны. Проектируемая территория разбита на 4 квартала, каждый из которых имеет свое название - Кленовый, Березовый, Сиреневый и Рябиновый. Кварталы объединены между собой центральной Дубовой аллеей и площадью. Оригинальной идеей проекта, а также своеобразным ориентиром для жителей новостроек станут высаженные в соответствии с названиями кварталов деревья. Цветущая весной сирень, сочная зелень клена и березы летом и яркие ягоды рябины осенью сделают жилой комплекс «Борисоглебское» прекрасным в любое время года.

Изящные трехэтажные дома создают ощущение пространства и уюта одновременно, а разнообразие отделки исключает фасадную монотонность. В новостройках комплекса предусмотрен огромный выбор различных планировок

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

одно-, двух- и трехкомнатных квартир, площади которых варьируются от 33,6 до 73,95 кв.м.

Кленовый квартал состоит из 81 жилого дома с общим количеством квартир -2583. Из объектов инфраструктуры имеется детский сад и церковь. На рисунке 1.1 изображен план Кленового квартала ЖК «Борисоглебское», на рисунке отмечены различные объекты инфраструктуры.



Рисунок 1.1 – План ЖК «Борисоглебское» (Кленовый квартал)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.340.ПЗВКР

Лист

9



На территории квартала достаточно много пространства для прогулок и отдыха.

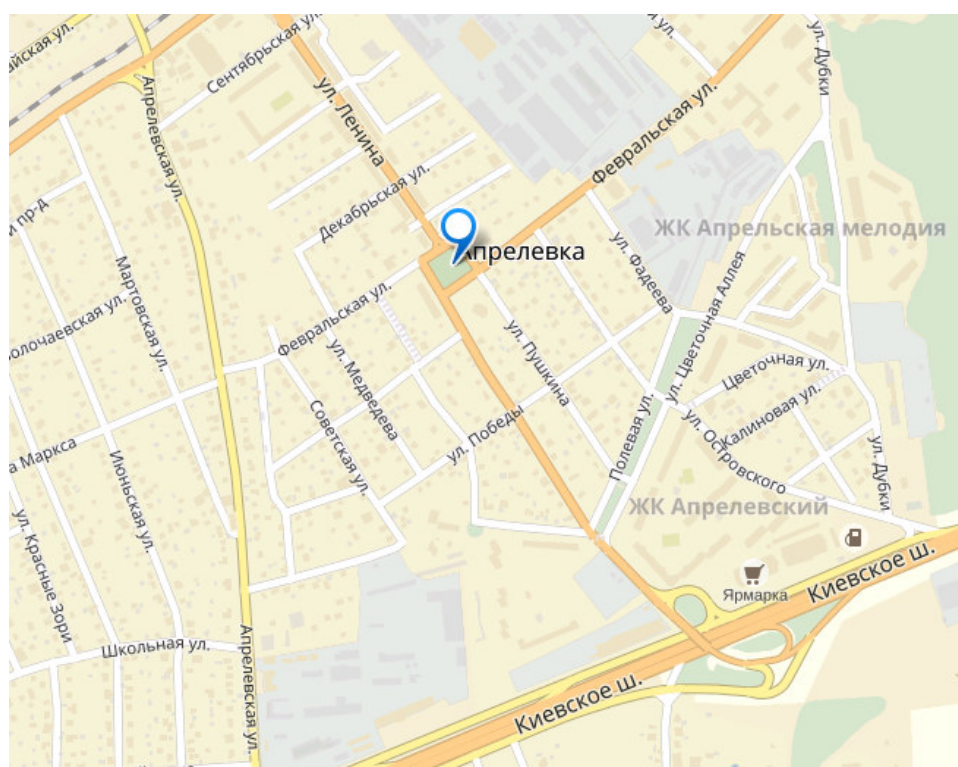
В таблице 1.1 приведены сведения о домах и общем количестве квартир в них. При расчете количества абонентов будет учитываться, что один абонент это одна точка подключения (квартира).

**Таблица 1.1 - Исходные данные проектируемой сети**

Объект	Описание объекта	Общее количество квартир в 1 корпусе	Количество корпусов	Общее количество квартир
Тип 1	3-х этажные дома, состоящие из 1 или более корпусов	30, по 10 на этаж	52	1560
Тип 2	3-х этажные дома средних габаритов, состоящие из 1 корпуса	15, по 5 на этаж	46	690
Тип 3	3-х этажные дома маленьких габаритов, состоящие из 1 или более корпусов	9, по 3 на этаж	37	333
<b>Всего:</b>	-	-	<b>135</b>	<b>2583</b>

По сведениям официального сайта [1] распродано порядка 75% всех квартир, построено и готово к сдаче в эксплуатацию 85% всех домов. Информация о провайдерах, предоставляющих на территории ЖК мультисервисные телекоммуникационные услуги, отсутствует. Поэтому при выборе стоимости тарифных планов будут учитываться средние для района или пригорода цены.

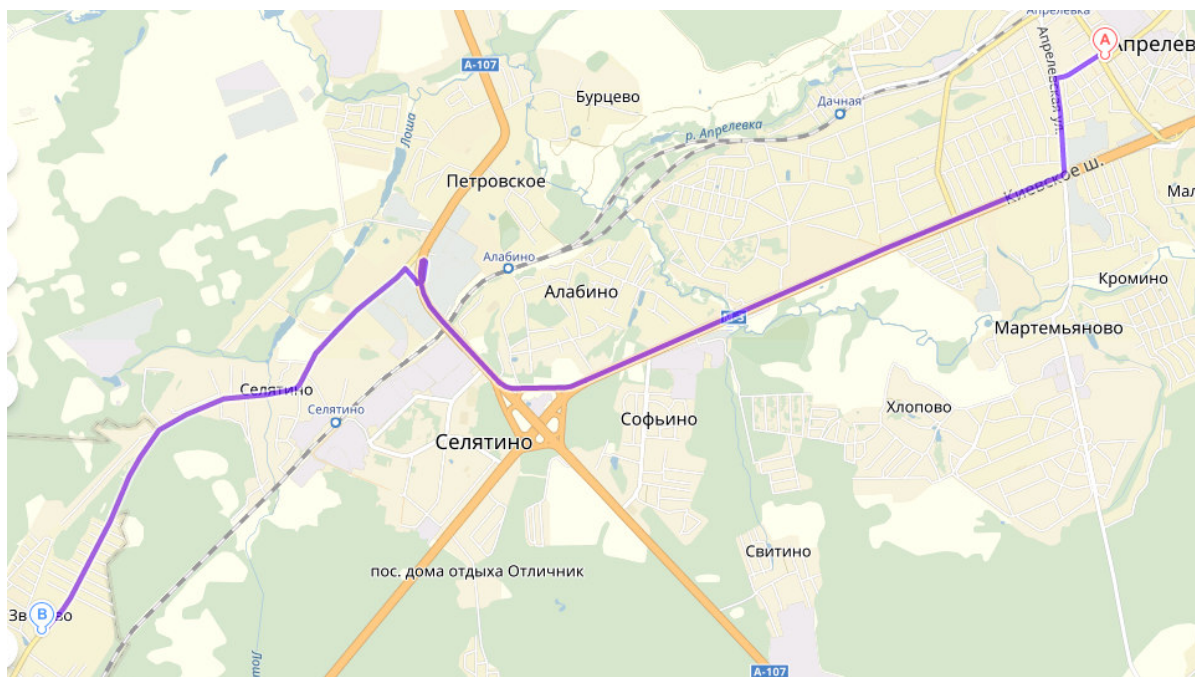
Ближайшая АТС находится в г. Апрелевка (АТС 12), Московской области (рисунок 1.2) [2].



**Рисунок 1.2 – Местоположение АТС 12 г. Апрелевка**

Расстояние от АТС до ЖК «Борисоглебское» составляет 13 километров (рисунок 1.3).

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11



**Рисунок 1.3 – Расстояние от ЖК «Борисоглебское» до АТС 12 г. Апрелька**

Как было отмечено, сейчас на территории квартала ведется прокладка инженерных сетей, что позволит сэкономить на прокладке оптического волокна, т.к. не потребуются повторные земляные работы.

Жителям ЖК «Борисоглебское» будут предлагаться следующие телекоммуникационные услуги:

1. доступ к сети Интернет на высокой скорости – это основная мультисервисная услуга любого провайдера. Основываясь на статистке тарифов различных провайдеров (Ростелеком, Билайн, Старлинк и др.), принято решение выбрать минимальную скорость для абонентов в 30 мбит/с.

2. IPTV – это цифровое телевидение по IP протоколу. Предполагается, что минимум 40 % жителей будут заинтересованы в данной услуге.

3. VoD – видео по запросу. Возможность просмотра новейших популярных фильмов, передач, сериалов.

4. IP телефония – передача голосовых сообщений по IP протоколу. Для реализации этой услуги не потребуется наличие существующей телефонной линии.

5. Видеонаблюдение – основная цель повышение безопасности на территории квартала. Каждый пользователь будет иметь доступ к системе видеонаблюдения, например, за парковкой, где расположен его автомобиль.

6. Беспроводной доступ в сеть Интернет на территории зоны отдыха.

Разные услуги популярны по-разному, нельзя утверждать, что абоненты на 100% будут использовать все услуги. Предположим, что услуги будут иметь следующий процент проникновения: Интернет – 100%, IP-TV – 40%, VoD –15% (от пользователей IP-TV), IP-телефония – 30%, Видеонаблюдение – 100% (бесплатная услуга). Количество потенциальных абонентов, пользующихся предлагаемыми услугами, приведено в таблице 1.2.

**Таблица 1.2 - Предполагаемое проникновение услуг**

Объект	Физ. Лица	Юр. Лица	Интернет	IP-TV	VoD	IP-телефония
Жилые дома	2583	0	2583	1032	155	773
Детский сад	-	1	1	1	-	1
Церковь	-	1	1	-	-	1
<b>Всего:</b>	<b>2583</b>	<b>2</b>	<b>2585</b>	<b>1033</b>	<b>155</b>	<b>775</b>

## **1.2 Требования к проектируемой мультисервисной сети связи жилого комплекса «Борисоглебское» [3-12]**

Основные требования к мультисервисной сети опираются на существующие международные и отечественные стандарты. Задача провайдера на основе этих требований реализовать предоставить телекоммуникационные услуги с максимальным и стабильным качеством и при этом вложить минимальные материальные средства.

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Основные задачи, которые должен решить провайдер при построении мультисервисной сети это:

- «мультисервисность» - независимость технологий предоставления услуг от транспортной технологии;
- «широкополосность» - возможность быстро реагировать на потребности пользователя в изменении скорости передачи/приема данных;
- «мультимедийность» - передача любого вида данных: голосовые, видео/аудио и поддержка режима реального времени;
- управление услугами, как со своей стороны, так и со стороны клиента;
- возможность доступа пользователя к услугам в не зависимости от технологии (при комбинировании различных технологий в мультисервисной сети);
- резерв емкости сети для быстрого наращивания клиентской базы и масштабирования сети.

Требования, которые предъявляют к оборудованию:

- Скорость монтажа и подключения абонентов;
- Возможность внедрения новых услуг без больших затрат;
- Поддержка передачи данных по различным каналам (проводным и беспроводным) и протоколам;
- Возможность интеграции в существующую сеть – как на уровне абонентского доступа, так и на уровнях агрегации и ядра;
- Удаленное управление оборудованием;
- Современные протоколы безопасности;
- Малые габариты и величина затрат энергоресурсов;
- Обеспечение бесперебойного электропитания;
- Наличие стека для резервирования и поддержка STP;
- Автоматическое распределение ресурсов сети.

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Выполнение указанных требований позволяет создавать надежные и высокоэффективные сети, которые способны удовлетворить потребности пользователей в телекоммуникационных услугах в полном объеме. А также способны выдерживать конкуренцию с другими провайдерами.

### **Выводы к главе 1:**

Проведенный анализ Кленового квартала ЖК «Борисоглебское» позволил убедиться в актуальности разработки проекта мультисервисной сети для предоставления телекоммуникационных услуг жителям. Спектр предлагаемых услуг будет включать в себя как основные (Интернет, IP ТВ, IP телефония), так и дополнительные (видеонаблюдение, беспроводной доступ, VOD). Отсутствие конкурентов позволит провайдеру занять рынок и получать стабильную и высокую прибыль.

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

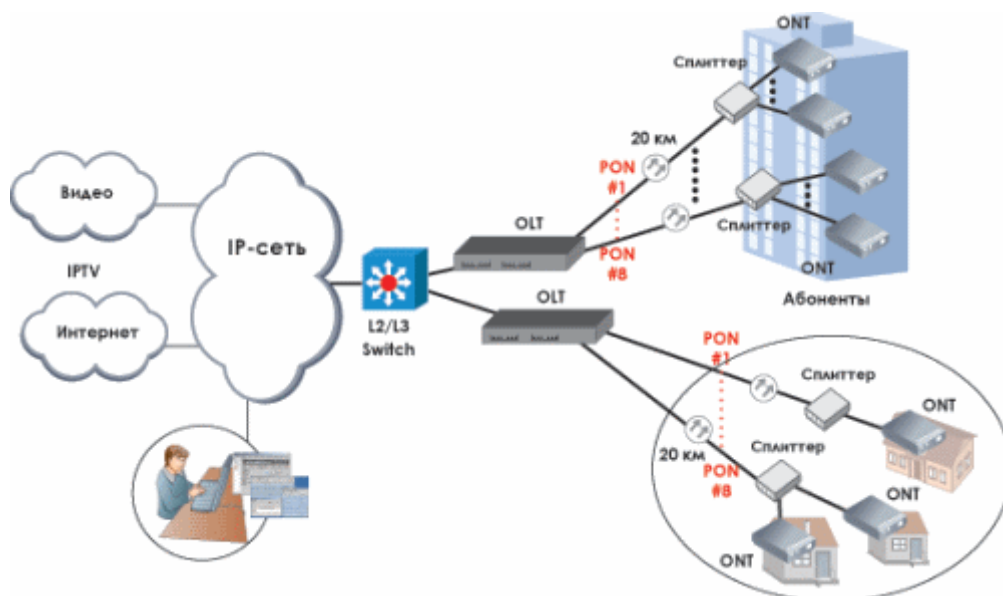
## 2 СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЕНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ

### 2.1 Сети PON (Passive optical network) [13-15]

Одна из главных задач, стоящих перед современными телекоммуникационными сетями доступа – это организация последней мили, т.е. предоставить максимальную скорость индивидуальным и корпоративным абонентам при минимальных затратах.

Суть технологии PON заключается в том, что между приемопередающим модулем центрального узла OLT (Optical line terminal) и удаленными абонентскими узлами ONT (Optical network terminal) создается полностью пассивная оптическая сеть, имеющая топологию дерева. В промежуточных узлах дерева размещаются пассивные оптические разветвители (сплиттеры) – компактные устройства, не требующие питания и обслуживания. Один приемопередающий модуль OLT может передавать информацию множеству абонентских устройств ONT. Число ONT, подключенных к одному OLT, может быть настолько большим, насколько позволяет бюджет мощности и максимальная скорость приемопередающей аппаратуры. На рисунке 2.1 показана структура PON сети.

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16



**Рисунок 2.1 – Принцип организации сети на базе PON**

Для передачи прямого и обратного каналов используется одно оптическое волокно, полоса пропускания которого динамически распределяется между абонентами, или два волокна в случае резервирования. Нисходящий поток (downstream) от центрального узла к абонентам идет на длине волны 1490 нм и 1550 нм для видео. Восходящие потоки (upstream) от абонентов идут на длине волны 1310 нм с использованием протокола множественного доступа с временным разделением (TDMA).

Для построения PON используется топология «точка – многоточка» и сама сеть имеет древовидную структуру. Волоконно-оптический сегмент подключается к одному приемопередатчику в центральном узле (в отличие от топологии «точка - точка», что также дает значительную экономию в стоимости оборудования. Один сегмент сети PON может охватывать до 32 абонентских узлов в радиусе до 20 км для технологий EPON / BPON и до 128 узлов в радиусе до 60 км для технологии GPON. Каждый абонентский узел рассчитан на обычный жилой дом или офисное здание и в свою очередь может охватывать сотни абонентов. Все абонентские узлы являются терминальными, и отключение или выход из строя одного либо нескольких абонентских узлов



никак не влияет на работу остальных. На рисунке 2.2 показаны различия параметров при использовании различных PON технологий.

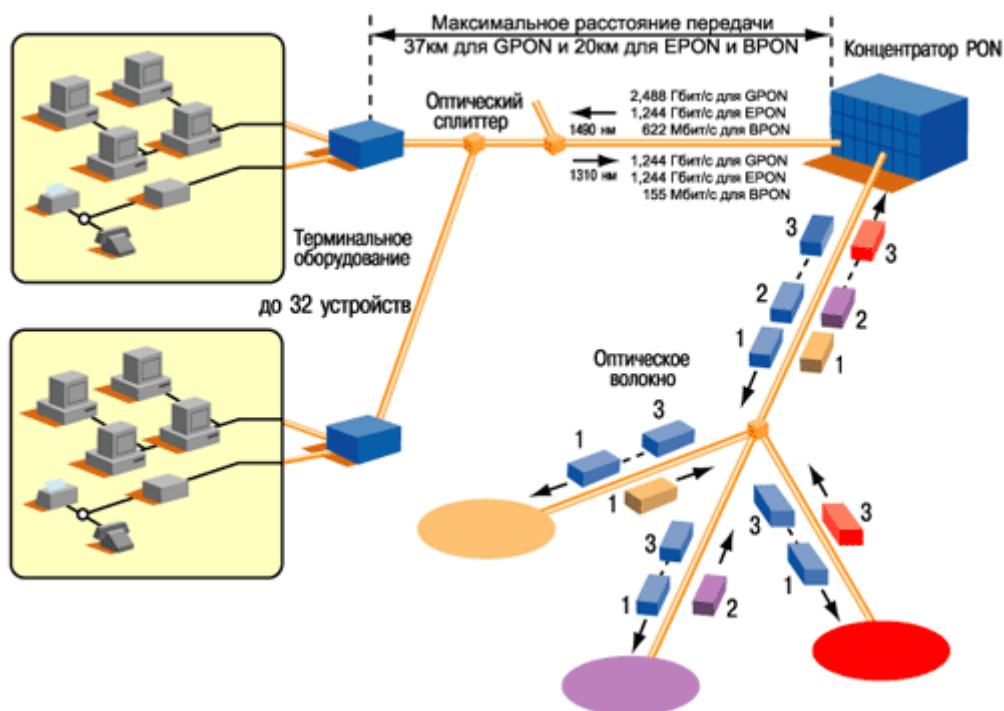


Рисунок 2.2 – Сравнение типов PON технологий

Главными достоинствами PON является:

- минимальное использование активного оборудования;
- минимизация кабельной инфраструктуры;
- низкая стоимость обслуживания;
- возможность интеграции с кабельным телевидением;
- хорошая масштабируемость;
- высокая плотность абонентских портов.

Среди главных недостатков, главным является высокая стоимость внедрения. Высокая стоимость обусловлена большими затратами на создание кабельной инфраструктуры.

## 2.2 Технологии xDSL [17-21]

xDSL один из простейших вариантов быстрого предоставления доступа к мультисервисным услугам при наличии кабельной инфраструктуры для проводной телефонии. Т.е. доступ к услугам осуществляется по имеющемуся телефонному проводу. Это возможно за счет разделения полосы частот. Использование более широкой полосы частот позволяет значительно увеличить скорость приема и передачи данных.

Основные достоинства xDSL: построение на базе имеющейся телефонной линии; достаточно высокая скорость передачи; передача разного вида трафика на базе телефонных сетей; возможность одновременного предоставления мультисервисных услуг и телефонии; максимальная пропускная способность до 100 Мбит/с;

В таблице 2.1 приведены характеристики основных стандартов xDSL.

Таблица 2.1 – Стандарты xDSL

Технология	Макс. скорость передачи от абонента (Мбит/с)	Макс. скорость передачи к абоненту (Мбит/с)	Дальность
ADSL	0,8	8	~5км
ADSL2+	2	24	~3,5км
SDSL	0,768	0,768	~3км
G.SHDSL	2,304	2,304	~6км
HDSL/ HDSL2	1,544 T1	1,544 T1	~2,6км
	2 E1	2,0 E1	~3,5км
VDSL	20	52	~0,9км
VDSL2	100	100	~4-5км

С появлением xDSL стало возможным в кратчайшие сроки подключить абонентов к мультисервисной сети. Наибольшее распространение получили технологии ADSL/VDSL т.к. позволяют организовать наиболее высокоскоростное подключение абонентов на максимальном расстоянии.

В основном применяется для предоставления телекоммуникационных услуг, для которых необходима асимметричная передача данных. За счет использования сплиттеров (разделитель частоты) имеется возможность совмещать использование телефонной связи и доступ в сеть Интернет. На рисунке 2.3 показана структура сети на базе ADSL.

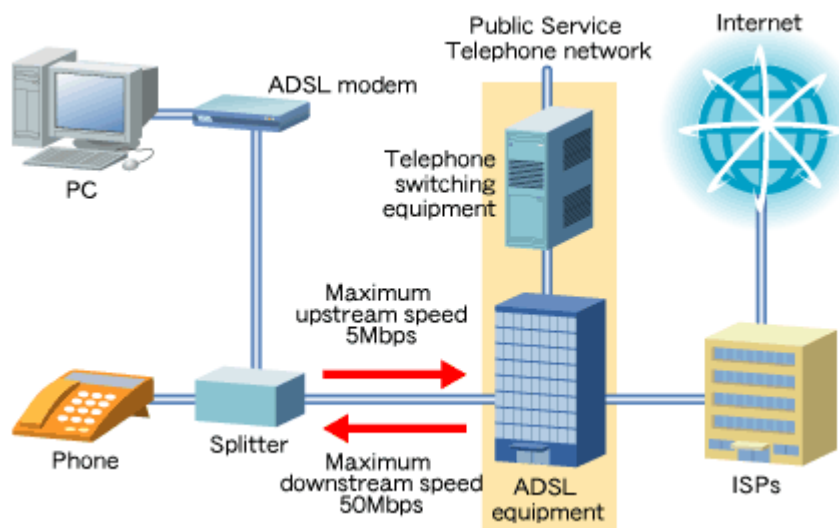


Рисунок 2.3 – Сеть связи на базе ADSL

В ADSL применено частотное разделение для дуплексной связи, что позволило выделить отдельные полосы частот для канала к абоненту и от него. Иногда для того, чтобы повысить эффективность использования частотного ресурса за счет перекрытия части диапазона, занятого upstream потоком данных, передачей данных в downstream направлении применяется технология подавления эхо-сигналов.

Скорости каналов зависят от длины абонентской телефонной линии и её износа. Длинные и изношенные линии приводят к сильной потере в скорости передачи данных.

Современная замена ADSL это стандарты ADSL2/2+. Их разработка обусловлена необходимостью повысить скорость передачи и максимально допустимую длину линии. Максимальная скорость доступа возросла до 12

Мбит/с и 24 Мбит/с у ADSL2/2+ соответственно, а также появилась возможность автоподстройки в зависимости от качества линии связи.

ADSL2 позволяет организовать абонентский доступ на скорости до 12 Мбит/с и 1 Мбит/с к и от абонента соответственно, в отличие от 8 Мбит/с по ADSL. На больших расстояниях, например свыше 3,5 км, на ADSL2 реально предоставлять скорость до 24 Мбит/с.

Технология VDSL/VDSL2 сменила ADSL2+. В этих стандартах существенно возросла скорость передачи и приема данных. Это достигается за счет использования более широкой полосы частот. Повысить качество VDSL можно за счет частичной замены медной абонентской линии на ВОЛС. Это представляет собой архитектуру FTTC (рисунок 2.4).

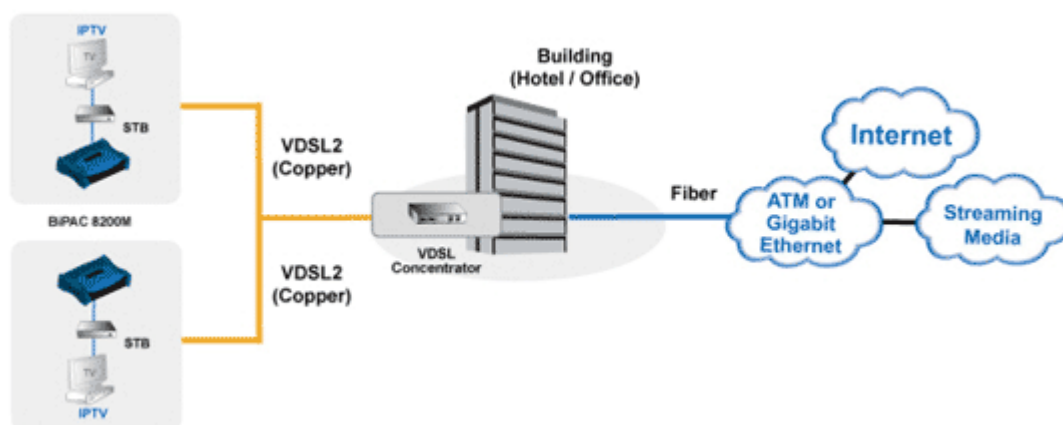


Рисунок 2.4 – Организация доступа по VDSL

VDSL2 самый современный DSL стандарт, применяемый в различных архитектурах FTTB, так и FTTC и FTTH. Стоит отметить, что VDSL2 имеет совместимость с устройствами ADSL2/2+, это значительно упрощает развертывание сети и позволяет экономить на оборудовании.

В основе VDSL2 лежит дискретная мультитональная модуляция, которая позволяет перейти от асинхронных 70/30 Мбит/с к синхронным 100 Мбит/с. При хорошем качестве линии можно обеспечить максимальную скорость на

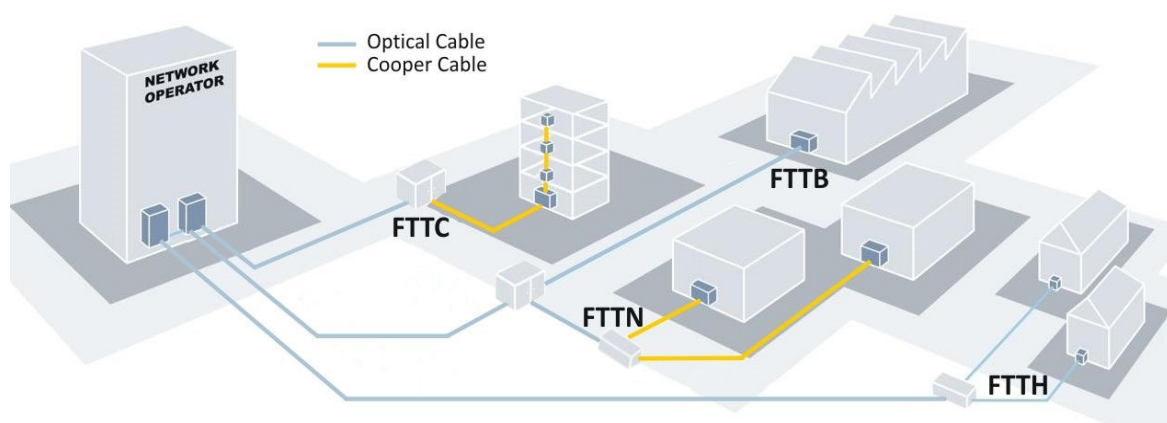
расстоянии до 3,5 км. Современные стандарты VDSL позволяют на расстоянии до 100м обеспечить скорость превышающую 100 Мбит/с в несколько раз.

VDSL2 является отличным дополнением к оптическим линиям. VDSL/VDSL2 нашли свою нишу для решения проблемы «последней мили» в небольших городах, селах и бизнес центрах, для этого используются специальные выносные абонентские комплекты.

Не смотря на преимущества и простоту реализации xDSL технологий, использовать их в качестве основы для сети в ЖК «Борисоглебское» нецелесообразно из-за отсутствия существующей линии связи.

### 2.3 Архитектура FTTx [22-26]

Fiber To The X или FTTx (оптическое волокно до точки X) - это общий термин для любой широкополосной телекоммуникационной сети передачи данных, использующей в своей архитектуре волоконно-оптический кабель в качестве последней мили для обеспечения всей или части абонентской линии. В зависимости от условий использования различают несколько отдельных конфигураций FTTx (рисунок 2.5):



**Рисунок 2.5 - Варианты подключения по технологии FTTx: FTTN — оптическое волокно до сетевого узла; FTTC — оптическое волокно до микрорайона/квартала; FTTB— оптическое волокно до здания; FTTU — оптическое волокно до квартиры/частного дома абонента.**

Архитектуры между собой отличаются длиной оптической линии и точкой подключения абонентского терминала.

**FTTN** предполагает, что оптический кабель доходит до уличного шкафа, при этом является самым экономичным вариантом, часто совмещается с xDSL. Основным недостатком является довольно низкая скорость передачи.

**FTTC** это схож с FTTN, только предполагается, что уличный телекоммуникационный шкаф находится ближе к абонентским терминалам, точнее к домам, где они расположены. Также часто совмещается с DSL. За счет более длинной оптической линии достигаются более высокие скорости передачи.

В **FTTH** оптический кабель подключается непосредственно в абонентский терминал (модем), что позволяет получать максимальные скорости и качество. Является самым затратным т.к. увеличивается объем прокладываемого оптического кабеля.

**FTTB** предполагает прокладку оптического волокна до дома/здания/офисного центра. В качестве последней мили выступает либо Ethernet, либо VDSL, что позволяет построить сеть абонентского доступа со скоростью передачи свыше 1 Гбит/с.

Наиболее популярным считает совмещение FTTB и Ethernet технологии. Это обусловлено стандартами с скоростью передачи свыше 1 Гбит/с. В IT отрасли имеются устройства оснащенные combo портами, работающими в режиме 100/1000 Мбит/с. Таким образом можно предусмотреть перспективу повышения скорости передачи информации.

## **2.4 Выбор варианта построения мультисервисной сети связи**

Изучив проектную документацию Кленового квартала ЖК «Борисоглебское» принято следующее решение:

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

1. Выбрать в качестве технологии построения сети FTTB на базе Fast/Gigabit Ethernet. Такое решение будет достаточно недорогим и при этом эффективным в плане развития, а также потребует меньше затрат, чем PON.

2. В качестве оборудования будут выбраны коммутаторы с combo портами 100 и 1000 Мбит/с для того, чтобы обеспечить перспективу дальнейшей модернизации сети и развития предоставляемого спектра услуг и сервисов.

3. Архитектура построения сети будет определена на основании рассчитанного объема оборудования уровня доступа и агрегации.

4. В качестве линии связи будет использован волоконно-оптический кабель. Общая протяженность необходимого кабеля по территории ЖК составит около 5000 метров. До самой ближней АТС кабель будет уложен в существующую канализацию, общая протяженность кабеля до АТС составит 13000 м.

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

### 3 РАСЧЕТ НАГРУЗОК И КОЛИЧЕСТВА НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ

#### 3.1 Расчет нагрузок в мультисервисной сети

Под абонентом подразумевается не конкретный человек, а одно абонентское устройство, т.е. точка подключения абонента. 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
1. Количество сетевых узлов (СУ) для подключения абонентов Triply Play	<i>FN</i>	187
2. Число абонентов сети:	<i>NS</i>	2583
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>  IPVS AF	  80 70 60



### Окончание таблицы 3.1

Параметр	Обозначение	Значение
- средняя пропускная способность; Мбит/с	<i>A DBS</i>	30
- пиковая пропускная способность; Мбит/с	<i>P DBS</i>	100
6.2 Пропускная способность сети для передачи данных от абонента:		
- средняя пропускная способность; Мбит/с	<i>A UBS</i>	10
- пиковая пропускная способность Мбит/с	<i>P UBS</i>	40
7. Услуга IP-TV/ IP-TV HD:		
-проникновение услуги; %	<i>IPVS MP</i>	40/25
-количество сессий на абонента;	<i>IPVS SH</i>	1,3/1,3
- режим Unicast; %	<i>IPVS UU</i>	30/30
- режим Multicast; %	<i>IPVS MUM</i>	70/70
- потоки Multicast; %	<i>IPVS MU</i>	70/70
-количество доступных каналов в рамках пакета;	<i>IPVS MA</i>	100/50
-скорость видеопотока; Мбит/с	<i>V SB</i>	6 /10
-запас на вариацию битовой скорости	<i>S VBR</i>	0,2/0,2

За один сетевой узел примем коммутатор доступа, который располагается в доме. Расчеты будут выполняться для коммутатора с количеством портов равным 24. Проведем расчет количества коммутаторов и их тип, которые будут установлены в каждом многоэтажном доме:

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

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

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

**Таблица 3.2 - Количество коммутаторов доступа, размещенных в домах**

Объект	Общее количество квартир в 1 корпусе	Количество корпусов	Количество коммутаторов	количество свободных портов
Тип 1	30, по 10 на этаж	52	104 <sub>24</sub>	936
Тип 2	15, по 5 на этаж	46	46 <sub>24</sub>	414
Тип 3	9, по 3 на этаж	37	37 <sub>24</sub>	555
<b>Всего:</b>	-		<b>187<sub>24</sub></b>	<b>1905</b>

Нижний индекс указывает на количество портов в выбранном коммутаторе. Для подключения всех абонентов к сети потребуется закупить 187 коммутаторов. Свободные порты будут задействованы под видеонаблюдение и резервирование.

### 3.2 Расчет трафика телефонии

Уровень спроса на услугу IP-телефонии предполагается на уровне 35%, для удобства расчетов будем полагать, что пользователи равномерно распределены по всем коммутаторам:

$$N_{\text{SIP}} = [24 * 0,35] = 9, \text{ абонентов} \quad (3.2)$$

Канал для передачи голосовых данных определяется исходя из используемого кодека, в нашем случае это кодек G.729A:

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

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

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

Кодек G.729A определяет уровень сжатия потока аудиоданных до скорости в 8 кбит/с, время звучания 20 мс.

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

Длину пакета определим по формуле (3.4):

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

где  $L_{\text{EthL1}}, L_{\text{EthL2}}, L_{\text{IP}}, L_{\text{UDP}}, L_{\text{RTP}}$  - длина заголовка Ethernet L1, Ethernet L2, IP, UDP, RTP протоколов соответственно, байт,

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

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

Используя кодек G.729A можно осуществлять передачу до 50 пакетов через шлюз за 1 секунду, в таком случае будем иметь полосу пропускания:

$$\text{ППР}_1 = V_{\text{пакета}} \cdot \frac{8 \text{ бит}}{\text{байт}} \cdot 50_{\text{pps}}, \text{ Кбит / с,} \quad (3.5)$$

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

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

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

$$\text{ППР}_{\text{WAN}} = \text{ППР}_1 \cdot N_{\text{SIP}} \cdot VAD, \text{ Мбит/с,} \quad (3.6)$$

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

где  $PPP_1$  – полоса пропускания для одного вызова, Кбит/с,  
 $N_{SIP}$  – количество абонентов с услугой IP-телефонии,  
VAD (Voice Activity Detection) – коэффициент механизма идентификации пауз (0,7).

$$PPP_{WAN} = 31,2 \cdot 9 \cdot 0,7 = 197 \text{ кбит / с.}$$

Использование других кодеков может привести к уменьшению затрат на полосу пропускания ввиду использования более эффективных алгоритмов сжатия голосовых данных.

### 3.3 Расчет трафика IP-TV

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.

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

Трансляция может проводиться в двух режимах: multicast и unicast. Например, услуга видео по запросу это один видеопоток, таким образом,

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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.

$$IPVS\ US = 8 * 0.3 * 1 = 3, \text{ потоков}$$

Multicast поток может приниматься несколькими устройствами одновременно, следовательно, количество потоков равно:

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

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

$$IPVS\ MS = 9 * 0.7 = 6, \text{ потоков}$$

Количество доступных multicast потоков зависит от количества предоставляемых ТВ программ. В IP-TV внутри определенного сегмента сети одновременно могут транслироваться не все потоки.

Максимальное количество видеопотоков из числа 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.

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

$$IPVSM_{SM} = 100 * 0.7 = 70, \text{ видеопотоков}$$

Транслирование видеопотоков в IP сети может происходить с переменной битовой скоростью. Для передачи ТВ контента с высоким качеством установим скорость передачи одного видеопотока на уровне 6 Мбит/с. С учетом добавления заголовков IP пакетов и запаса на изменение 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

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

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

$$IPVSM_{NB} = IPVSM_S * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (3.12)$$

$$IPVSN_{NB} = IPVSN_S * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (3.13)$$

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

$IPVUS$  – количество транслируемых потоков в режиме unicast,

$IPVSB$  – скорость передачи одного видеопотока.

$$IPVSM_{NB} = 6 * 7.92 = 47,52 \text{ Мбит/с},$$

$$IPVSN_{NB} = 3 * 7.92 = 24 \text{ Мбит/с}.$$

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Multicast потоки передаются от головной станции к множеству абонентских устройств. Вычислим общую скорость для передачи наибольшего числа multicast потоков в ЧНН:

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

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

$$IPVS\ MNB_{max} = 70 * 7.92 = 554,4 \text{ Мбит/с.}$$

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.

$$AB = 47,52 + 24 = 71,52 \text{ Мбит/с.}$$

### 3.4 Расчет трафика IP-TV в режиме HD

Для популяризации услуги IP-TV оператор может предоставлять клиенту доступ к просмотру каналов в высоком качестве HD. Такая услуга пользуется достаточно большой популярностью. Проектом предусмотрено, что 25% абонентов, подключивших себе услугу IP-TV подключат себе пакеты с HD каналами. Расчет нагрузки будет аналогичен с предыдущим.

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Количество абонентов, пользующихся услугой на одном сетевом узле одновременно:

$$IPVS\ Users = AVS * IPVS\ AF * IPVSSH, \text{ аб} \quad (3.16)$$

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.

$$IPVS\ Users = [24 * 0,4 * 0,25] * 0,6 * 1,3 = 2, \text{ аб}$$

Количество индивидуальных потоков равно:

$$IPVS\ US = IPVS\ Users * IPVS\ UU * UUS, \text{ потоков} \quad (3.17)$$

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

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

$$IPVS\ US = 2 * 0,3 * 1 = 1, \text{ поток}$$

Количество Multicast потоков равно:

$$IPVS\ MS = IPVS\ Users * IPVS\ MU, \text{ потоков} \quad (3.18)$$

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

$$IPVS\ MS = 2 * 0,7 = 2, \text{ потока}$$

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33



Максимальное количество видеопотоков:

$$IPVS\ MSM = IPVS\ MA * IPVS\ MUM, \text{ видеопотоков} \quad (3.19)$$

где  $IPVS\ MA$  – количество доступных групповых видеопотоков,  
 $IPVS\ MUM$  – процент максимального использования видеопотоков.

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

Скорость одного HD видеопотока, принимаемого со спутника, составляет 10 Мбит/с, в результате получим:

$$IPVSB = VSB * (1 + SVBR) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с} \quad (3.20)$$

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

$$IPVSB = 10 * (1 + 0.2) * (1 + 0.1) = 13,2 \text{ Мбит/с}$$

Пропускная способность, для передачи одного видеопотока в формате HD по IP сети в режимах multicast и unicast рассчитывается как:

$$IPVS\ MNB = IPVS\ MS * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (3.21)$$

$$IPVS\ UNB = IPVS\ US * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (3.22)$$

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

$$IPVS\ MNB = 2 * 13,2 = 26,4 \text{ Мбит/с,}$$

$$IPVSUNB = 1 * 13,2 = 13,2 \text{ Мбит/с.}$$

Общая скорость для передачи максимального числа multicast потоков в ЧНН составит:

$$IPVS\ MNB_{\max} = IPVS\ MSM * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (3.23)$$

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

$$IPVS\ MNB_{\max} = 35 * 13,2 = 462 \text{ Мбит/с.}$$

Общая пропускная способность для одного сетевого узла при предоставлении услуги HD IP-TV:

$$AB = IPVS\ MNB + IPVS\ UNB, \text{ Мбит/с} \quad (3.24)$$

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

$IPVSUNB$  – пропускная способность для передачи индивидуального видеопотока.

$$AB = 26,2 + 13,2 = 39,4 \text{ Мбит/с.}$$

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

Рассчитывая скорость канала передачи данных для доступа в сеть Интернет, необходимо отметить, что количество активных абонентов в ЧНН

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

может различаться. Максимальное число активных абонентов за этот промежуток времени вычисляется параметром Data Average Activity Factor (DAAF):

$$AS = TS * DAAF, \text{ аб} \quad (3.25)$$

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

$$AS = 24 * 0.8 = 20, \text{ аб}$$

Каждый абонент имеет два канала: для приема 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:

$$BDDA = (AS * ADBS) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с} \quad (3.26)$$

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.

$$BDDA = (20 * 30) * (1 + 0.1) = 660 \text{ Мбит/с.}$$

Средняя пропускная способность для передачи данных

$$BUDA = (AS * AUBS) * (1 + OHU), \text{ Мбит/с} \quad (3.27)$$

где  $AS$  - количество активных абонентов, аб,  
 $AUBS$  – средняя скорость передачи данных, Мбит/с

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

$O\text{H}\text{U}$  – отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во исходящем потоке.

$$\text{BUDA} = (20 * 10) * (1 + 1.15) = 230 \text{ Мбит/с.}$$

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

$$\text{PS} = \text{AS} * \text{DPAF}, \text{ аб} \quad (3.28)$$

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

$$\text{PS} = 20 * 0.7 = 14$$

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

$$\text{BDDP} = (\text{PS} * \text{PDBS}) * (1 + \text{OHD}), \text{ Мбит/с} \quad (3.29)$$

где  $\text{PDBS}$  – максимальная скорость приема данных, Мбит/с.

$$\text{BDDP} = (14 * 100) * (1 + 0.1) = 1540 \text{ Мбит/с.}$$

Максимальная пропускная способность для передачи данных в ЧНН

$$\text{BUDP} = (\text{PS} * \text{PUBS}) * (1 + \text{OHU}), \text{ Мбит/с} \quad (3.30)$$

где  $\text{PUBS}$  – максимальная скорость передачи данных, Мбит/с.

$$\text{BUDP} = (14 * 40) * (1 + 0.15) = 644 \text{ Мбит/с.}$$

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

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

$$BDD = \text{Max} [BDDA; BDDP], \text{ Мбит/с} \quad (3.31)$$

$$BDU = \text{Max} [BUDA; BUDP], \text{ Мбит/с} \quad (3.32)$$

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

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

$$BDD = \text{Max}[660; 1540] = 1540 \text{ Мбит/с},$$

$$BDU = \text{Max}[230; 644] = 644 \text{ Мбит/с}.$$

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

$$BD = BDD + BDU, \text{ Мбит/с} \quad (3.33)$$

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

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

$$BD = 1540 + 644 = 2184 \text{ Мбит/с}.$$

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

$$\text{ПП}_{\text{узла}} = \text{ПП}_{\text{pWAN}} + AB + BD \quad (3.34)$$

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

$AB$  – пропускная способность для видеопотоков, Мбит/с,

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

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

$$\text{ПП}_{\text{узла}} = 0,197 + 71,52 + 39,4 + 2295,1 \text{ Мбит/с.}$$

Теперь необходимо учесть организацию системы видеонаблюдения за домами. Предполагается схема, по которой камеры будут установлены в следующих местах: по две на каждом углу лицевой стороны дома, для наблюдения за подъездами и прилегающими дорогами, в зоне отдыха. Каждая камера будет иметь возможность записывать видео с высоким качеством, для этого на каждую камеру будет выделен поток в 2 мбит/с. Предполагается, что количество камер, которое будет подключено к одному коммутатору равно 4, поэтому общая нагрузка составит: 2303,1 мбит/с.

Результаты расчетов показали, что потребуется uplink в сторону агрегатора порядка 2,5 Гбит/с. Такой канал можно организовать за счет трех одиночных каналов 1Гбит/с.

Вариант с использованием нескольких uplink каналов является более рациональным, потому что современные коммутаторы с 10 Гбит/с портами uplink портом стоят достаточно дорого.

С учетом этого рассчитаем количество узлов агрегации. Зная, что с одного узла доступа будет занимать три порта по 1 Гбит/с, количество агрегаторов составит:

$$N_{\text{agr}} = [(187 * 3) / 24] = [23,375] = 24 \quad (3.35)$$

В результате получаем общее количество агрегаторов 24, причем на них будут иметься свободные порты для организации беспроводного доступа на территории зоны отдыха в Кленовом квартале.

Рассчитаем количество необходимого оборудования для организации беспроводного доступа к мультисервисным услугам на территории

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

микрорайона. В качестве технологии беспроводной передачи данных выбрана точка доступа Wi-Fi стандарта 802,11n Zyxel WAC6553D-E [28].

Дальность связи может быть рассчитана на основе формулы, используемой для описания эмпирической модели распространения радиоволн Okumura – Hata. Модель представляет собой обобщением опытных фактов и в ней учтены различные условия и виды сред. Итак, предлагается следующее выражение для определения среднего затухания радиосигнала в условия города:

$$L_r = 69,5 + 26,16 \lg f_c - 13,82 \lg h_t - A(h_r) + (44,9 - 6,55 \lg h_t) \lg d \quad (3.36)$$

где  $f_c$  – частота в диапазоне от 2300 до 3000 МГц;

$h_t$  – высота передающей антенны в диапазоне;

$h_r$  – высота принимающей антенны (антенны мобильного устройства) от 1 до 10 метров;

$d$  – радиус зоны покрытия от 1 до 20 км;

$A(h_r)$  – поправочный коэффициент для высоты антенны, в зависимости от местности.

Параметры для расчетов:

- $f_c = 2483$  МГц;
- $h_t = 8$  метров;
- $h_r = 1,5$  метра.

Поправочный коэффициент  $A(h_r)$  вычисляется по формуле:

$$A(h_r) = (1,1 \lg f_c - 0,7) h_r - (1,56 \lg f_c - 0,8), \quad (3.37)$$

$$\begin{aligned} A(h_r) &= (1,1 \lg 2483 - 0,7) 1,5 - (1,56 \lg 2483 - 0,8) = \\ &= 4,5517 - 4,4961 = 0,0556 \end{aligned}$$

Радиус зоны покрытия определяется как отношение между выходной мощностью передатчика  $P$  (дБм), запасом по замираниям  $S$  (дБ) и требуемым уровнем сигнала на входе приемника  $Q$  (дБ):

$$P - L - S = Q \quad (3.38)$$

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Параметры в выражении (4.3) задаются в соответствии с техническими характеристиками выбранного оборудования, а именно  $P=15$  дБм, Коэффициент усиления встроенной антенны  $0$  дБм,  $Q=-102$ .

Определим радиус зоны покрытия:

$$\begin{aligned}
 15 - (69,5 + 26,16 \lg 2483 - 13,82 \lg 8 - 0,0555 + (44,9 - 6,55 \lg 8) \lg d) &= -102 \\
 15 - 69,5 - 88,81 + 12,48 + 0,0555 - 38,98 \lg d &= -99 \\
 -130,7745 - 38,98 \lg d &= -102 \\
 38,98 \lg d &= -102 + 130,7745 \\
 \lg d &= -28,7745 / 38,98 \\
 d &= 0,182 \text{ км}
 \end{aligned}$$

Результаты расчетов показывают, что радиус зоны покрытия составит  $182$  метра. Соответственно, площадь покрытия одного устройства составит:

$$S_{\text{Wi-Fi}} = \pi r^2 = 3,14 * 0,182^2 = 0,105 \text{ км}^2 \quad (3.39)$$

Количество устройств, которое потребуется для покрытия всей территории составит:

$$N = S_{\text{района}} / S_{\text{Wi-Fi}} \quad (3.40)$$

Зона отдыха в центре квартала представляет собой квадрат с размерами  $400 \times 400$  метров. Вычислим площадь зона для покрытия беспроводной связью:

$$S_{\text{района}} = a^2 \quad (3.41)$$

где  $a$  – сторона квадрата.

$$S_{\text{района}} = 0,4 * 0,4 = 0,16 \text{ км}^2$$

В результате получим количество устройств равное:

$$N = 0,16 / 0,105 = 2$$

Для обеспечения качественного доступа и полного исключения слепых зон, увеличим количество точек доступа до  $4$ -х. На рисунке 3.1 приведен план размещения Wi-Fi антенн на территории квартала.

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41



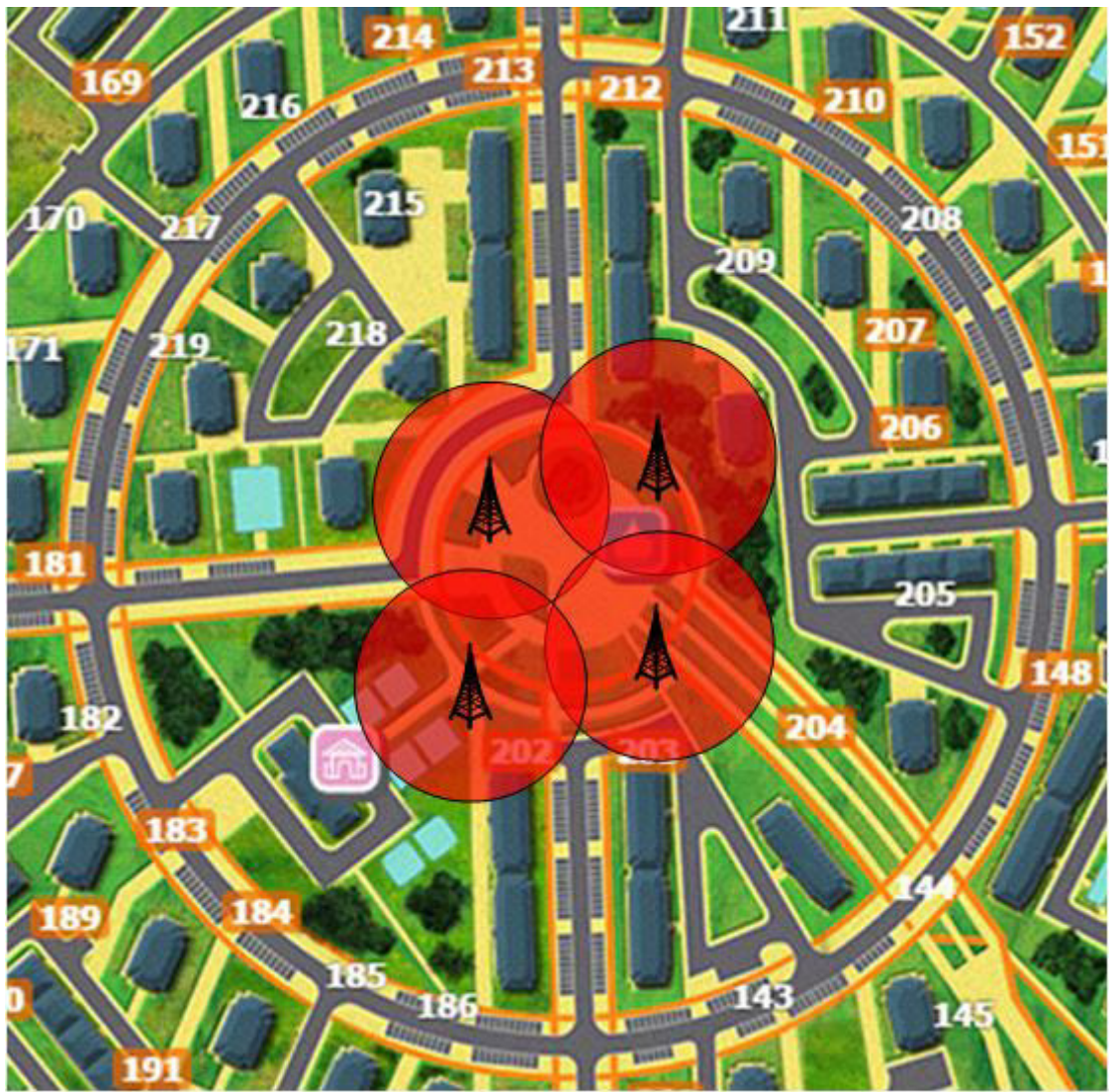


Рисунок 3.1 – Зона покрытия беспроводной сети ЖК «Борисоглебское» (Кленовый квартал)

## 4 ПРОЕКТ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА «БОРИСОГЛЕБСКОЕ»

### 4.1 Выбор оборудования для проектируемой мультисервисной сети связи ЖК «Борисоглебское»

Мультисервисная сеть в Кленовом квартале в ЖК «Борисоглебское» будет построена по архитектуре FTTB на базе Fast Ethernet. Расчет нагрузки показали, что подключение коммутаторов доступа к агрегаторам следует осуществлять по трем 1 Гбит/с каналам. Максимальная скорость доступа абонентов в сеть Интернет установлена 100 Мбит/с. Для перспективы повышения скорости стоит выбрать коммутаторы доступа с комбо портами.

На уровне агрегации будет размещен 1Gb Ethernet коммутатор, что обеспечит необходимую пропускную способность на сети, а также резерв при расширении сети.

Главным параметром при выборе оборудования является соотношение цена/качество. При этом целесообразно строить фрагменты сети на базе оборудования одной фирмы для избегания проблем с совместимостью.

Основные требования к оборудованию следующие:

1. Наличие необходимых сертификатов качества,
2. соответствие международным и российским стандартам,
3. наличие разрешения эксплуатации на территории РФ,
4. соответствие техническим требованиям, которые предъявляются к сети.

Проблем с покупкой требуемого оборудования сегодня не возникает, т.к. на рынке присутствует большое количество компаний (Cisco Systems, Huawei Technologies, Zyxel, АЛСиТЕК, СКС, D-Link, ЗСОМ и др). Проведенные обзор

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

доступного оборудования показал, что подходящим является оборудование компании ZyXel.

В качестве коммутаторов доступа выбрана серия GS2200 [29]. Это оборудование имеет современные технические характеристики и положительные отзывы от клиентов. В GS2200 доступны различные функции защиты трафика, возможность устанавливать приоритеты при передаче голоса и видео, управление по протоколу SSH и SSL с поддержкой IPv6. GS2200 имеет 24 RJ-45 порта 100/1000 Мбит/с и 4 совмещенных SFP-слота для оптических интерфейсов. Коммутационная скорость до 56 Гбит/с, скорость передачи 41,67 мил. пакетов в секунду. Функция управления трафиком позволяет контролировать полосу пропускания. Несанкционированный доступ к сети блокируется за счет протокола авторизации 802.1x или по списку ACL.

**Уровень агрегации** будет реализован на базе коммутаторов XGS3700 [30], которые относятся к управляемым коммутаторам уровня L2+. Эта модель имеет 10G uplink интерфейсы, что гарантирует высокое качество работы сети, а также:

- Имеется поддержка функций L3 со статической маршрутизацией и на основе определенных правил.
- Агрегирование каналов передачи данных по протоколу 802.3ad LACP.
- Конструкция предусматривает резерв по питанию.
- Удаленное управление по web-интерфейсу и командной строке с использованием протоколов SSL и SSH.
- Изменение параметров конфигурации и сбор журнала событий по протоколу SNMP и возможность интеграции в централизованную систему управления.

**Ядром** сети будет выступать маршрутизатор фирмы HP 5820-24XG-SFP+ [31], который имеет различные дополнительные функции:

- Работа с протоколом Fibre Channel over Ethernet; простая доступная архитектура;

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

- поддержка протоколов IPv4/IPv6 с поддержкой 2 и 3 уровней;
- высокая пропускная способность при низком времени ожидания для портов.

- высокая производительность на уровне 488 Гбит/с.

Многофункциональность маршрутизатора позволяет внедрять различные службы на уровне всей сети и объединять устройства, при этом упрощается развертывание фрагментов и снижаются расходы на энергопотребление и размещение оборудования в стойках.

**Голосовой Шлюз SMG-2016** [32] отлично подходит на роль шлюза для организации VoIP-сетей, IP-АТС с поддержкой функций ДВО и СОРМ. Он может выступить в качестве решения для построения сетей связи NGN. Широкий функционал, соответствие стандартам, высокая надёжность операторского класса позволяют решать на базе SMG-2016 большинство задач. Шлюз поддерживает до 16 потоков E1 (ОКС7, PRI) и до 768 каналов VoIP.

**Оборудование IP-TV.** Услуга IP-TV предоставляет клиенту возможность просматривать различные ТВ по IP сети. Для организации услуги IP-TV требуется комплекс специального оборудования, который формирует цифровые видеопотоки, кодирует и передает их абонентам. Декодирование IP-TV сигнала выполняет специальная приставка STB, к которой подключается телевизор. Кроме телевизора можно использовать также ноутбук и планшет для просмотра ТВ каналов, для это достаточно воспользоваться специальным плеером (Smart-TV, Open-TV).

Для организации услуги IPTV будет закуплено оборудование компании DVB-C + IPTV станции на основе DMM-1000 и DX-328 от компании DVBC. Система предоставляет 160 цифровых каналов и 32 каналов в HD качестве, что является достаточным для формирования широкого спектра ТВ пакетов, которые будут интересными абонентам разных возрастных групп [34]. На рисунке 4.1 приведена схема спроектированной сети связи в Кленовом квартале ЖК «Борисоглебское».

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

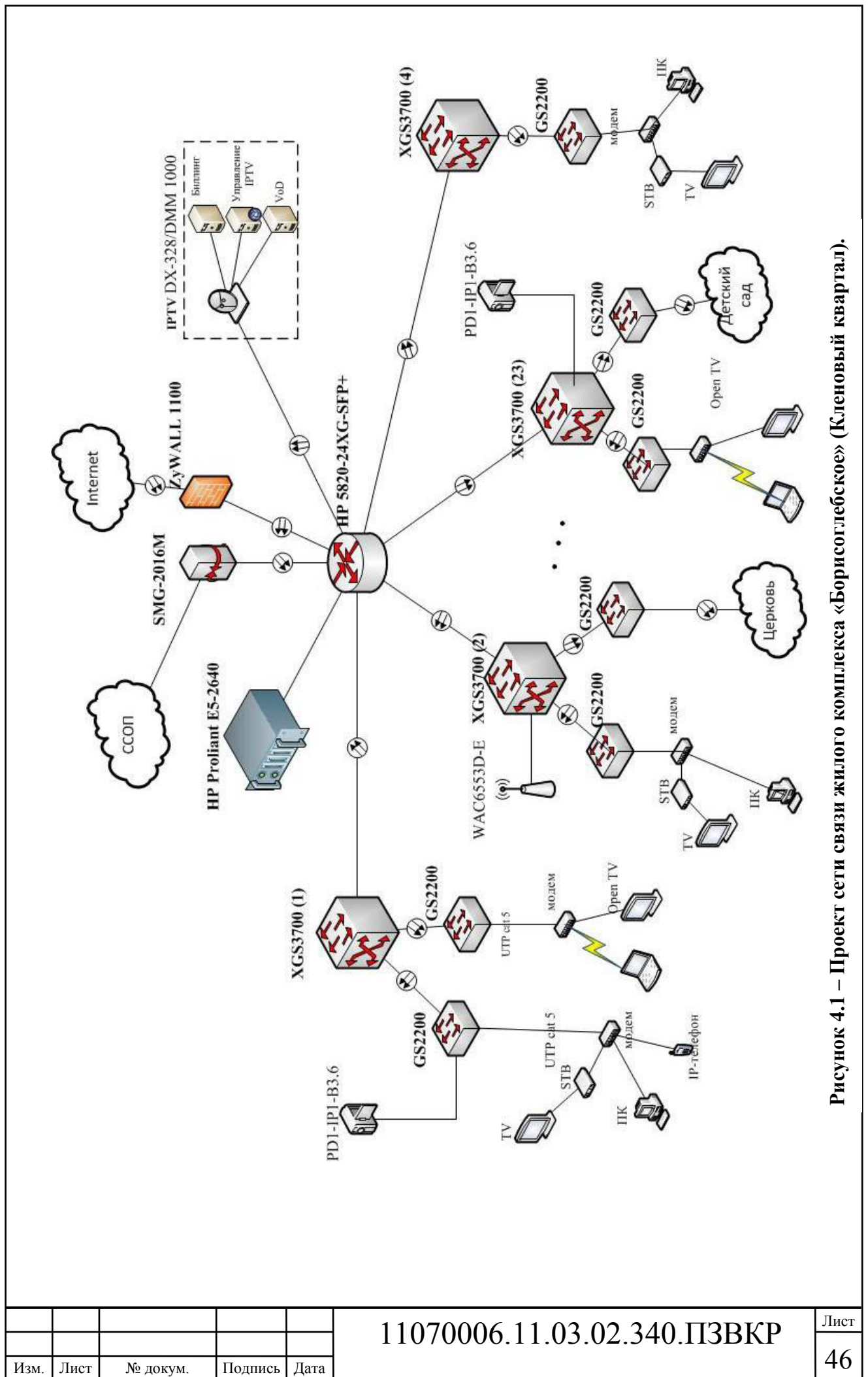


Рисунок 4.1 – Проект сети связи жилого комплекса «Борисоглебское» (Кленовый квартал).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.340.ПЗВКР

Для надежность сеть будет построена по топологии звезда, т.е. каждый агрегатор подключается к маршрутизатору через 10 Гбит/с индивидуальный интерфейс. На такую реализацию потребуются дополнительные затраты на прокладку кабеля. Камеры для видеонаблюдения подключены к коммутаторам доступа, точки беспроводного доступа включены в агрегатор.

#### 4.2 Выбор типа линии связи и план размещения оборудования

Построение сети предусматривает прокладку 5000 м оптического кабеля по территории квартала и еще 13000 до ближайшей АТС. Прокладываемый оптический кабель обязан соответствовать всем необходимым требованиям, в частности подходить для прокладки в кабельной канализации или грунте. В качестве основного оптического кабеля выбран ДПЛ-П-08А-2,7кН [36].

Кабель подходит для прокладки в кабельной канализации, блоках, трубах, тоннелях и коллекторах при опасности повреждения грызунами, по мостам и эстакадам, а также в грунты 1-3 групп. Кабель состоит из 8 оптических жил, которые защищены от внешних воздействий и грызунов, рабочая температура -50°С...+50°С, температура монтажа -10°С...+50°С, температура транспортировки и хранения -50°С...+50°С. Минимальный радиус изгиба кабеля не менее 20 диаметров кабеля, срок службы 25 лет, срок гарантийной эксплуатации 2 года. На рисунке 4.2 изображен план прокладки волоконно-оптического кабеля в грунте по территории Кленового квартала ЖК «Борисоглебское».

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47



Кабель до АТС 12 в г.

Апрелевка

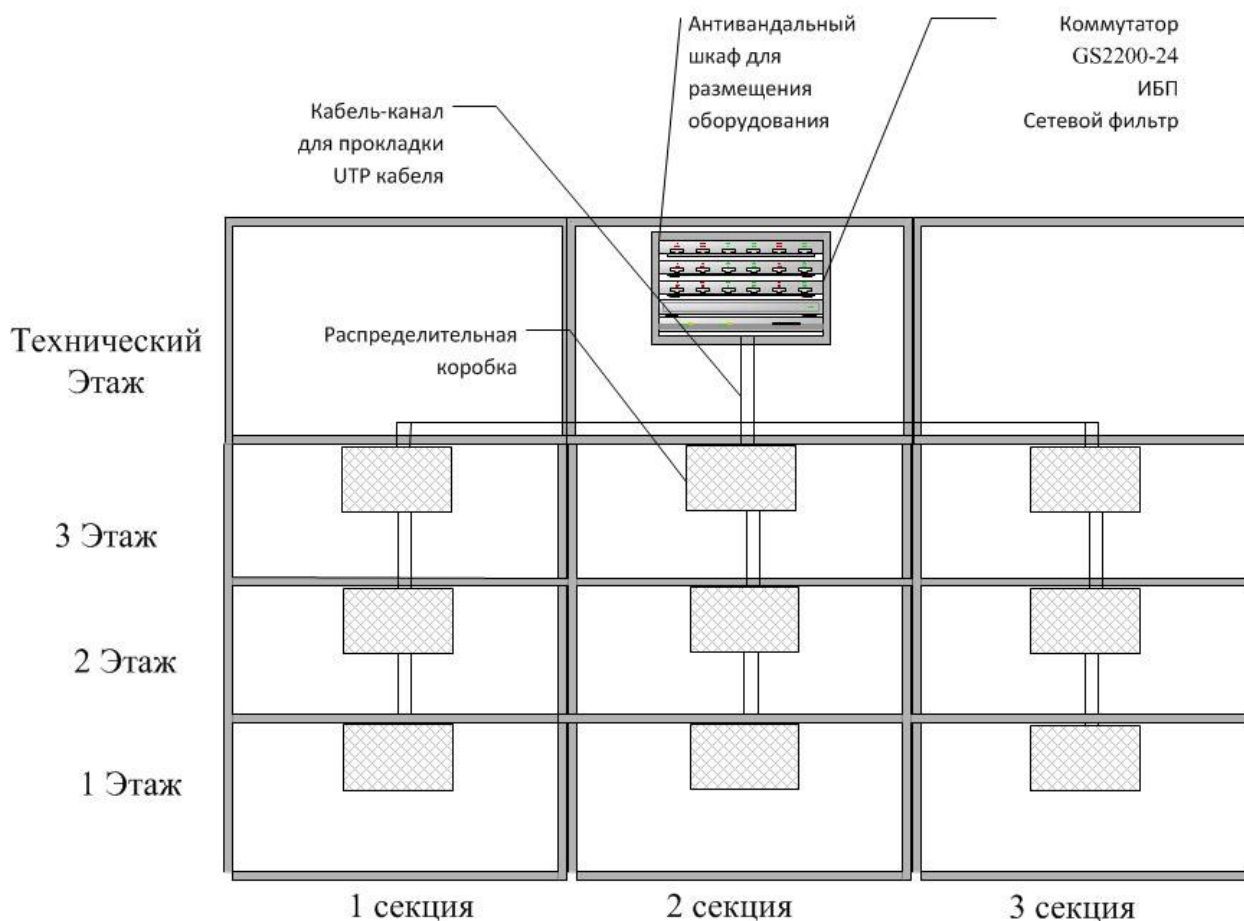
Рисунок 4.2 – Ситуационная схема трассы прокладки кабеля.

На рисунке в виде белого круга обозначена точка ввода оптического кабеля в дом. Также на схеме указаны точки беспроводного доступа и место их включения.

Коммутаторы доступа размещаются на технических этажах (если такие предусмотрены в доме) в специальных антивандальных шкафах. В шкафу

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

размещается источник обеспечения бесперебойного питания и сетевой фильтр для защиты от скачков напряжения. От коммутаторов доступа до клиентского оборудования прокладывается медный кабель UTP. Между этажами он будет укладываться в пластиковый кабель-канал. На рисунке 4.3 приведен план размещения оборудования в доме на примере большого трехэтажного дома, состоящего из трех секций.

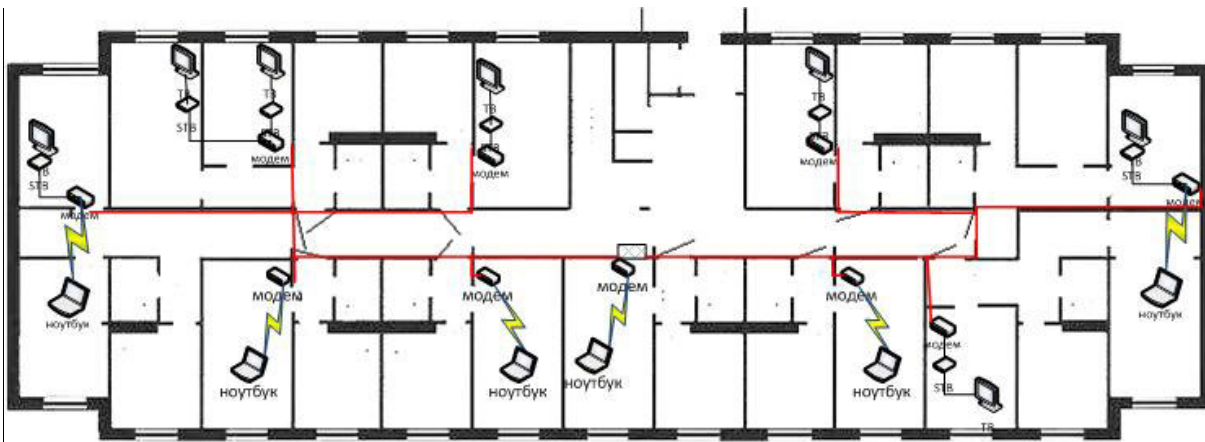


**Рисунок 4.3 – План размещения оборудования доступа в жилом доме**

Ответственность за сохранность оборудования и кабельных систем возложена на управляющую компанию, которая обслуживает дом. Провайдер должен обеспечить услугу в полном объеме и далее следить за стабильностью ее предоставления. В случае выхода оборудования из строя он обязан в кратчайшие сроки заменить его, при обнаружении повреждений кабеля также должен их устранить, если повреждения произошли по вине абонента или иных



лиц, то целостность кабеля восстанавливается за счет собственных средств абонента. На рисунке 4.4 показан пример подключения абонентских устройств на этаже.



**Рисунок 4.4 – Варианты подключения абонентского оборудования**

Красной линией на рисунке 4.4 обозначен специальный кабель-канал для прокладки медного кабеля UTP. Кабель-канал монтируется таким образом, чтобы не мешать другим кабельным системам. Заводится кабель в квартиру к абоненту через высверленное отверстие на уровне 10-15 см от пола или выше дверной коробки.

Серверы и устройства уровня ядра могут быть размещены в отдельных стойках в помещении, предположительно на АТС 12 в г. Апрелевка т.к. оно соответствует всем необходимым техническим нормам, либо в необслуживаемых помещениях на территории квартала.

В качестве дополнительной услуги на территории квартала обеспечено видеонаблюдение. На больших домах устанавливается 4 камеры, а на небольших по 2. Такого количества камер достаточно для полного слежения за прилегающей к домам территории.

## 5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

Раздел содержит расчеты технико-экономических показателей проекта: капитальные вложения в проект, уровень доходов, рентабельность, срок окупаемости. Все расчеты выполнены на основании сметы затрат на приобретение необходимого оборудования.

Все затраты на оборудование, кабельную продукцию и проведение строительно-монтажных работ по установке оборудования и прокладке линий связи взяты с электронных ресурсов компаний, ссылки на которые приведены ниже в п.5.1.

### 5.1 Расчет капитальных вложений на оборудование и строительно-монтажные работы

В расчет капитальных вложений включено все необходимое оборудование, комплектующие для его монтажа и установки, специализированное программное обеспечение и т.д. Общая смета затрат приведена в таблице 5.1. Данные из таблицы взяты с официальных электронных ресурсов магазинов: <https://zyxel.ru/>, <https://market.yandex.ru>, <http://www.dvbc.ru>, <http://eltex.nsk.ru/catalog/smg-2016.php>.

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

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

№ п/п	Наименование	Кол-во единиц	Стоимость, руб.	
			за единицу	всего
1	Коммутатор Zyxel GS2200-24	187	48 153	9004611
2	Коммутатор Zyxel XGS3700	24	116 255	2790120
3	Точка доступа Zyxel WAC6553D-E	4	112 912	451648
4	Voice gateway SMG-2016M	1	168 017	168017
5	Маршрутизатор HP 5820-24XG- SFP+	1	948 816	948816
6	биллинг Carbon Blling	1	150 000	150000
7	Система авторизации Carbon Campus Server	1	140 000	140000
8	DMM-1000 и DX-328	1	800 000	800000
9	Межсетевой экран Zyxel ZyWALL 1100	1	215 224	215224
10	HP 646902-421 Proliant DL360p Gen8 E5-2640	1	314 328	314328
11	Коннекторы RJ-45	3000	3	9000
12	Антивандальные шкафы	190	8 100	1539000
13	Стойка 19U	4	2 850	11400
14	ИБП UPS 400VA FSP	200	2 150	430000
15	Сетевой фильтр	200	1 050	210000
16	ПО Mail-сервера	1	65 000	65000
17	ПО DNS-сервера	1	60 000	60000
18	ПО FTP и HTTP серверов	1	130 000	130000
19	PD1-IP1-B3.6 v.2.0.2 Купольная 1Мп IP-камера	374	2400	897600
			<b>Итого: 18334764</b>	

Капитальные затраты на оборудование рассчитываются по формуле:

$$K_{обор} = K_{пр} + K_{тр} + K_{смп} + K_{м/у} + K_{зсп} + K_{нпр}, \text{ руб} \quad (5.1)$$

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

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

$K_{тр}$  – транспортные расходы (4% 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  $K_{np}$ ).

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

$$(1 + 0,04 + 0,2 + 0,05 + 0,03) * 118334764 = 24201888 \text{ руб}$$

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	Стоимость, руб	
		за единицу, м	всего
Кабель оптический ДПЛ-П-08А-2,7кН	18 000	31,27	562860
Кабель UTP cat5	180 000	4,5	810000
		<b>Итого: 1 372 860</b>	

Капитальные затраты на строительство ВОЛС составят:

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

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

L – протяженность кабельной линии;

Y – стоимость 1 км прокладки кабеля;

$$K_{лкс} = 18000 * 150 + 2583 * 300 =$$

$$= 2700000 + 774900 = 3474900$$

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Монтаж кабельных систем возлагается на организацию подрядчика. Стоимость работ равна 300 руб за точку подключения, а стоимость укладки и монтажа оптического кабеля составляет 150 рублей за метр. В результате общие затраты на работы по построению мультисервисной сети составят:

$$KB = 24201888 + 1372860 + 3474900 = 29049648 \text{ руб.}$$

## 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.
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. Для обслуживания сети необходимо ввести персонал по обслуживанию станционного оборудования, а также сотрудников, которые будут подключать абонентов. Рекомендуемый состав персонала приведен в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Состав персонала

Наименование должности					Оклад	Количество,	Сумма з/пл, руб.
					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			Лист
							54

		чел.	
Инженер	55000	1	55000
Системный администратор	45000	1	45000
Итого		2	100 000

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

$P_i$  – заработная плата работника каждой категории.

$$\text{ФОТ} = 100000 * 12 = 1200000 \text{ руб.}$$

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

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

$$\text{ФОТ} = 100000 * 0,3 * 12 = 360000 \text{ руб.}$$

**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.

$$AO = 17437164 / 10 = 1743716 \text{ руб.}$$

**Материальные затраты.** В них включено оплата электроэнергии для производственных нужд, затраты на материалы и запасные части и др. Эти составляющие материальных затрат определяются следующим образом:

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

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

где  $T = 4,5$  руб./кВт · час – тариф на электроэнергию

$P = 5,1$  кВт – суммарная мощность установок.

Тогда, затраты на электроэнергию составят

$$Z_{ЭН} = 4,5 * 24 * 365 * 5,1 = 201042 \text{ , руб.}$$

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

$$Z_{МЗ} = 0 \quad (5.6)$$

Таким образом, общие материальные затраты равны

$$Z_{\text{общ}} = 201042 \text{ руб.}$$

### **Прочие расходы.**

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

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

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

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

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

$$З_{пр} = 0,05 * 1200000 = 60000 \text{ , руб.}$$

$$З_{эк} = 0,07 * 1200000 = 84000 \text{ , руб.}$$

Таким образом, вычисляются прочие расходы:

$$З_{прочие} = 60000 + 84000 = 144000 \text{ , руб.}$$

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	1200000
2. Страховые взносы	360000
3. Амортизационные отчисления	1743716
4. Общие материальные затраты	201042
5. Прочие расходы	144000
6. Аренда канала для ПД	1300000
<b>Итого:</b>	<b>4948758</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>	1421	2	517	2	232	2	46	0
<b>2</b>	646	0	124	0	232	0	46	
<b>3</b>	517	0	258	0	310	0	62	
<b>Всего абонентов</b>	<b>2583</b>	<b>2</b>	<b>1033</b>	<b>2</b>	<b>775</b>	<b>2</b>	<b>155</b>	<b>0</b>

Т.к. других провайдеров в ЖК нет, то можно рассчитывать на достаточно быстрое присоединение абонентов к сети, т.е. за 3 года должны подключиться все потенциальные абоненты. В первый год планируется подключить минимум 50% от общего количества абонентов. Предполагается, что юридические лица будут заинтересованы в подключении всего спектра услугам.

Тарифы за пользование услугами будут следующие: Доступ к сети Интернет: юридические лица - 2500, физические лица – 500 за 40 Мбит/с; услуга IP-TV: юридические лица - 1500, физические лица - 200; услуга IP-телефония: юридические лица - 800, физические лица – 100 (цены указаны в рублях). Примем в расчет, что услугой видео по запросу абоненты будут пользоваться активно и тратить на это будут около 200 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	885790,8	10629490
2	410907,6	4930891
3	383354,4	4600253

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):

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

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.

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

где  $I_n$  – инвестиции в  $n$ -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 11%. 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	33998406	33998406	-33998406
1	10629490	9576117	4948758	38456747	-28880630
2	15560381	22205271	4948758	42473270	-20267999
3	20160634	36946552	4948758	46091759	-9145206
4	20160634	50226986	4948758	49351659	875327
5	20160634	62191341	4948758	52288506	9902835
6	20160634	72970039	4948758	54934314	18035725
7	20160634	82680578	4948758	57317925	25362653

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

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

времени, так и без его участия.

Точный срок окупаемости можно рассчитать по формуле:

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

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.

$$PP = 4 + 9145206 / (9145206 + 875327) = 4,9 = 4 \text{ года } 10 \text{ месяцев}$$

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 6 летней реализации проекта составит:

$$PI = 62191341 / 52288506 = 1,19 = 19\%$$

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

Оценка показателя  $IRR$  позволяет оценить целесообразность решений инвестиционного характера, уровень рентабельности которых не ниже цены

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

капитала. 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

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

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

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

Для данного проекта:  $i_1=11$ , при котором  $NPV_1 = 875327$  руб.;  $i_2=17$  при котором  $NPV_2 = -3775480$  руб.

Следовательно, расчет внутренней нормы доходности будет иметь вид:

$$IRR = 11 + 875327 / (875327 - (-3775480)) * (17 - 11) = 12,1$$

Таким образом, внутренняя норма доходности проекта составляет 12,1 %, что больше цены капитала, которая рассматривается в качестве 11%, таким образом, проект следует принять.

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

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

Наименование показателей	Значения показателей
Объем капитальных вложений в проект, руб.	29049648
Годовые эксплуатационные расходы, руб., в том числе:	4948758
ФОТ	1200000
Страховые взносы	360000
Амортизационные отчисления	1743716
Общие материальные затраты	201042
Прочие расходы	144000
Аренда канала для ПД	1300000
Численность персонала по обслуживанию линейного тракта, чел.	2
Количество абонентов, чел.	2583
Срок окупаемости	4 года 10 месяцев
Рентабельность	19%
Внутренняя норма доходности	12,1%

**Вывод к главе 5:**

Расчеты экономических показателей проекта подтверждают инвестиционную привлекательность проекта в целом. Окупаемость проекта составляет 4,9 лет, при этом не учтен полный спектр высокоскоростных тарифов, который может быть внедрен после оценки спроса на них.

## **6 МЕРЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ОХРАНЫ ТРУДА, ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Соблюдение мер по охране труда, технике безопасности и охране окружающей среды являются достаточно важными аспектами. За нарушение правил, в особенности, если он повлекли за собой причинение вреда здоровью работника или окружающей среде, предусмотрены наказания как по административному законодательству (штрафы), так и уголовная ответственность в случае серьезных нарушений. По этой причине на предприятиях существуют ответственные, следящие за исполнением работниками введенных правил. Все нормы и правила основаны на существующем законодательстве РФ.

### **6.1 Меры по охране окружающей среды [36,37, 41]**

Основные требования подробно описаны в ФЗ «Об охране окружающей среды», в котором подробно разъяснены правила работы предприятий и иных объектов, их негативное влияние на окружающую среду.

Нарушение установленных требований в области охраны окружающей среды может повлечь за собой приостановление эксплуатации предприятий по предписаниям органов исполнительной власти, осуществляющих государственное управление в области охраны окружающей среды. Также может быть осуществлена работа предприятия полностью на основании решения суда общей юрисдикции и (или) арбитражного суда. Эта мера используется только в крайних случаях.

Что касается отрасли связи, к основным работам, связанным с окружающей средой, относятся земляные работы. Они проводятся при построении кабельной инфраструктуры. При проведении работ на земле, где имеется плодородная почва, необходимо обеспечить мероприятия по ее

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

сохранению: аккуратное снятие пласта плодородной почвы и дальнейшая его защита до момента окончания работ.

При работе с передвижными источниками электроэнергии (дизельные генераторы) следует исключить попадание вредных веществ в почву, водоемы и т.д.

## **6.2 Техника безопасности и охрана труда на предприятиях связи [38-40,42,43]**

В законодательных актах РФ существуют документы, в которых подробно описаны правила по охране труда на предприятии при организации и проведении работ. Основными документами являются «Положение об организации работы по охране труда на предприятиях, в учреждениях и организациях, подведомственных Министерству связи Российской Федерации», утвержденное 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», «Правила эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила устройства электроустановок (ПУЭ)». Оборудование обязано соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003, требованиям ТУ на оборудование, требованиям ОСТ и стандартов предприятия на отдельные группы и виды оборудования.

В этих документах описывается порядок допуска работника к выполнению конкретных видов работ. Указывается необходимость проведения инструктажей различных уровней перед началом проведения работ. Указываются перечень необходимых мероприятий, которые должны быть реализованы с целью обеспечения безопасности сотрудника и окружающих при проведении работ (предупреждающие таблички, сигналы, наличие защитной одежды и т.д.).

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65



Указаны правила по проведению работ, а именно порядок согласования с руководством и сторонними организациями, порядок проведения самих работ и уборка места по их завершении.

В документах зафиксирована ответственность руководства за нарушение норм техники безопасности, в частности, если нанесен вред здоровью человека. Помимо этого, указана ответственность работника за несоблюдение норм техники безопасности, которые предусмотрены положением по охране труда на предприятии.

Сотрудники обязаны проходить инструктаж по технике безопасности при трудоустройстве, а также периодически подтверждать свои знания на специальных экзаменах.

Работник обязан знать правила оказания первой медицинской помощи, а также уметь ее оказывать. Это необходимо, чтобы минимизировать причиненный вред здоровью при возникновении травм и т.д.

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения проекта были разработаны рекомендации по построению мультисервисной сети на территории Кленового квартала жилого комплекса «Борисоглебское». Проект мультисервисной сети включает в себя описание инфраструктуры квартала с расчетом количества потенциальных абонентов, анализ конкурентов, составлен перечень предоставляемых услуг. Техническая часть проекта включает в себя расчет нагрузки, генерируемой абонентами, расчет количества необходимого оборудования, схему организации связи, схему организации беспроводной сети, план размещения оборудования в домах, схему прокладки кабеля по территории квартала и до АТС.

Сеть построена по архитектуре FTTB на базе технологии Fast Ethernet. Общее количество абонентов в ЖК «Борисоглебское» 2583, для них были определены основные мультисервисные услуги - IP-телефония, IPTV, VoD(видео по запросу), доступ к сети Интернет, беспроводной доступ в зоне отдыха, видеонаблюдение за территорией.

В качестве оборудования выбраны устройства фирмы ZyXEL, оборудование которой соответствует предъявленным требованиям: соотношение цена/качество, наличие сертификатов соответствия, качество работы и т.д.

Для оценки целесообразности инвестирования в проект была составлена смета затрат на построение сети и рассчитаны такие экономические показатели как рентабельность, срок окупаемости и др. На реализацию проекта потребуется 29049648 рублей, годовые затраты по эксплуатации 4948758 рублей, проект будет приносить прибыль на 4 году эксплуатации, рентабельность 19 %.

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

В пояснительной записке отмечены мероприятия, связанные со строительством кабельных линий связи, по технике безопасности и охране труда при эксплуатации оборудования и организации монтажных работ.

Все сформулированные задачи выполнены в полном объеме.

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Электронный ресурс ЖК «Борисоглебское» / [Электронный ресурс] <http://borisoglebskoe-new.ru> (дата обращения 10.11.2016)
2. Информационный ресурс <http://www.uslugi-moscow.ru/> / [Электронный ресурс] <http://www.uslugi-moscow.ru/catalog.php?m=2&id=204184> (дата обращения 10.11.2016)
3. Лавров Д. Н. Сети и системы телекоммуникаций [текст] / В.Б. Иверсен // Омский государственный университет 2006 г. 186 с.
4. Иверсен В. Б. Разработка телетрафика и планирование сетей [текст] / В.Б. Иверсен // Интернет-Университет Информационных Технологий 2011 г. 559 с.
5. Берлин А. Н. Оконечные устройства и линии абонентского участка информационной сети [текст] / А.Н. Берлин // Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ» 2016 г. 395 с.
6. Зензин А. С. Информационные и телекоммуникационные сети [текст] / А.С. Зензин // НГТУ 2011 г. 80 с.
7. Капулин Д.В. Информационная структура предприятия [текст] / Д.В. Капулин, А.С. Кузнецов, Е.Е. Носкова // Сибирский федеральный университет 2014 г. 186 с.
8. Пятибратов А.П. Вычислительные машины, сети и телекоммуникационные системы [текст] / А.П. Пятибратов, Л.П. Гудыно, А.А. Кириченко // Евразийский открытый институт 2009 г. 292 с.
9. Берлин А. Н. Высокоскоростные сети связи [текст] / А.Н. Берлин // Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ» 2016 г. 452 с.
10. Семенов Ю. А. Алгоритмы телекоммуникационных сетей [текст] / Ю.А. Семенов // Интернет-Университет Информационных Технологий 2007 г. 829 с.

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

11. Семенов Ю. А. Алгоритмы и протоколы каналов и сетей передачи данных [текст]/ Ю.А. Семенов //Интернет-Университет Информационных Технологий 2007г. 638с.

12. Берлин А.Н. Абонентские сети доступа и технологии высокоскоростных сетей [текст]/ А.Н. Берлин // Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ» 2016 г. 277 с.

13. Крухмалев В.В. Синхронные телекоммуникационные системы и транспортные сети: учебное пособие [текст]/ В.В. Крухмалев, А.Д. Моченов// Изд-во УМЦ ЖДТ (Маршрут). 2012 г. 288с.

14. Алексеев Е.Б. Оптические сети доступа. Учебное пособие [текст]/Е.Б. Алексеев // - М: ИПК при МТУ СИ, 2005 г. - 140 с.

15. Алексеев Е.Б. Основы проектирования и технической эксплуатации цифровых волоконно-оптических систем передачи. Учебное пособие [текст]/Е.Б. Алексеев //- М: ИПК при МТУСИ, 2004 г. - 119 с.

16. Скляр О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи (2-е издание) Учебное пособие текст]/ О.К. Скляр //Изд.: «Лань». 2016 г. 267с.

17. Проблемы VDSL [Электронный ресурс]/ <http://www.skomplekt.com/tools/4870079.html> (дата обращения 10.11.2016)

18. Бакланов, И.Г. Технологии ADSL/ADSL2+: Теория и практика применения [текст] / И.Г.Бакланов. – М.: Метротек, 2007. – 384 с.: ил.

19. Вальтер Горальски ,Технологии ADSL и DSL [текст]/, Изд.: Лори, 2000г.

20. Обзор технологии VDSL2 /[Электронный ресурс]/ <http://admin-gu.ru/network/obzor-tekhnologii-vdsl-vdsl2> (дата обращения 17.11.2016)

21. Обзор технологии VDSL2 /[Электронный ресурс]/ <http://citforum.ru/nets/hard/vdsl2/> (дата обращения 17.11.2016)

22. Багров И.Б. Оптический доступ FTTH (оптика до абонента) на базе технологии пассивных оптических сетей PON [текст] / И.Б. Багров

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

23. Крухмалев В.В. Проектирование и техническая эксплуатация цифровых телекоммуникационных систем и сетей. Учебное пособие для ВУЗов [текст] /В.В. Крухмалев, Е.Б. Алексеев, В. Гордиенко // Изд.: Горячая линия-Телеком, 2009г. 712с

24. Гэгнон, Н. Лего, С. Эволюция измерительного оборудования для тестирования сетей FTTx [текст] / Николас Гэгнон, Софии Лего // Измерительная техника. – 2006. - №1.

25. Коивесто П. FTTx Принципы построения, технологии и решения для монтажа [текст] / П. Коивесто // Изд.: Nestor Cables Ltd. 2010г.

26. Помялов, А.В. «ФТТН» - переводим на русский [текст]/ А.В. Помялов // Фотон-Экспресс. – 2006. - №3.

27. Лихачев, Н.И. Будущее московской сети в руках FTTx [текст]/ Н.И. Лихачев // Вестник связи. – 2008. - №3.

28. Технические характеристики точки доступа WAC6553D-E [Электронный ресурс]/ <https://zyxel.ru/wac6553d-e/> (дата обращения 24.11.2016)

29. Технические характеристики коммутатора GS2200 [Электронный ресурс]/ <http://zyxel.ru/gs2200-24?t=3446> (дата обращения 24.11.2016)

30. Технические характеристики коммутатора XGS3700 [Электронный ресурс]/ <http://zyxel.ru/xgs3700-24?t=3447> (дата обращения 24.11.2016)

31. Технические характеристики маршрутизатора HP 5820-24XG-SFP+ [Электронный ресурс]/ <http://www.curvesales.com/HP-5820-Switch-Series.asp> (дата обращения 24.11.2016)

32. Технические характеристики SMG-2016M [Электронный ресурс]/ <http://eltex-msk.ru/catalog/voip/digital-gateways/gibridnaya-platforma-smg-2016.html> (дата обращения 24.11.2016)

33. Технические характеристики биллинговой системы Carbon Billing 5 и Carbon Campus Server [Электронный ресурс]/ <http://www.carbonsoft.ru/carbon-campus-server> (дата обращения 24.11.2016)

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

34. Технические характеристики системы IP-TV на основе DMM-1000 и DX-328A [Электронный ресурс]/ <http://www.dvbc.ru/index.php/solutions> (дата обращения 24.11.2016)

35. Технические характеристики кабеля ДПЛ-П-08А-2,7кН [Электронный ресурс]/ [http://www.atmcom.ru/cgi-bin/catalog/viewpos.cgi?in\\_id=24032](http://www.atmcom.ru/cgi-bin/catalog/viewpos.cgi?in_id=24032) (дата обращения 24.11.2016)

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

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

38. 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 01.12.2016)

39. 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 01.12.2016)

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

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

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

					11070006.11.03.02.340.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72