

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

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

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ В ЖИЛОМ
КОМПЛЕКСЕ «ЛОНДОН ПАРК» Г.САНКТ-ПЕТЕРБУРГ**

Выпускная квалификационная работа
обучающегося по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные
технологии и системы связи
очной формы обучения, группы 07001410
Василевского Максима Витальевича

Научный руководитель
старший преподаватель
Информационно-
телекоммуникационных
систем и технологий
НИУ «БелГУ» Курлов А.В.

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НИУ «БелГУ»)
ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ
Направление подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы
связи Профиль «Сети связи и системы коммутации»

Утверждаю

Зав. кафедрой

« ____ » _____ 201_ г.

ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

Василевского Максима Витальевича

1. Тема ВКР «Проектирование мультисервисной сети связи в жилом комплексе «Лондон
Парк» г. Санкт-Петербург

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

2. Срок сдачи студентом законченной работы _____

3. Исходные данные к работе:

количество абонентов жилого комплекса - 2160

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

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

4.1 Общие сведения о жилом комплексе “Лондон Парк” г. Санкт-Петербург

4.2 Анализ современных технологий построения мультисервисных сетей связи

4.3 Расчет нагрузок и количества необходимого оборудования

4.4 Проектирование мультисервисной сети связи жилого комплекса «Лондон Парк»

4.5 Технико-экономическое обоснование проекта

4.6 Меры по обеспечению охраны труда, технике безопасности и охране окружающей среды

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

5.1 План жилого комплекса «Лондон Парк» г. Санкт-Петербург (А1, лист 1)

5.2 Проектируемая схема организации связи жилого комплекса «Лондон Парк» (А1, лист 1)

5.3 Ситуационная схема трассы прокладки кабеля и линейно-кабельных сооружений жилого
комплекса «Лондон Парк» (А1, лист 1)

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

6. Консультанты по работе с указанием относящихся к ним разделов

| Раздел | Консультант | Подпись, дата | |
|-----------------|---|---------------|----------------|
| | | Задание выдал | Задание принял |
| 4.1. – 4.4, 4.6 | <i>ст. преп.каф. ИТСиТ Курлов А.В.</i> | | |
| 4.5 | <i>канд.техн.наук доцент каф. ИТСиТ Болдышев А.В.</i> | | |

7. Дата выдачи задания _____

Руководитель

ст. преподаватель кафедры Информационно-телекоммуникационных систем и технологий»

НИУ «БелГУ» _____ Курлов А.В.

(подпись)

Задание принял к исполнению _____ *Василевский М.В..*

(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 3 |
| 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЖИЛОМ КОМПЛЕКСЕ «ЛОНДОН ПАРК»... | 4 |
| 1.1 Требования к проектируемой мультисервисной сети связи в жилом комплексе «Лондон Парк»..... | 8 |
| 2 СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЕНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ..... | 11 |
| 2.1 Сеть на базе технологии FTTH..... | 11 |
| 2.2 Сеть на базе технологии xPON..... | 14 |
| 2.3 Сеть на базе технологии xDSL..... | 15 |
| 3 РАСЧЕТ НАГРУЗОК И КОЛИЧЕСТВА НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ | 18 |
| 3.1 Расчет нагрузок в мультисервисной сети..... | 18 |
| 3.2 Расчет трафика телефонии..... | 20 |
| 3.3 Расчет трафика IP-TV..... | 22 |
| 3.4 Расчет пропускной способности для доступа к сети Интернет..... | 26 |
| 4 ПРОЕКТ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА «ЛОНДОН ПАРК»..... | 30 |
| 4.1 Выбор оборудования для мультисервисной сети связи жилого комплекса «Лондон Парк»..... | 30 |
| 4.2 Выбор типа линии связи и план размещения оборудования..... | 35 |
| 5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА..... | 38 |
| 5.1 Расчет капитальных вложений на оборудование и строительно-монтажные работы..... | 38 |
| 5.2 Расчет эксплуатационных расходов..... | 40 |
| 5.3 Определение доходов от основной деятельности | 44 |
| 5.4 Определение оценочных показателей проекта | 45 |
| 6 МЕРЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ОХРАНЫ ТРУДА, ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ | 50 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 53 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ | 54 |

| | | | | | | | | |
|-------------|------|-----------------|---------|------|--|---------------------------------|------|--------|
| | | | | | <i>11070006.11.03.02.335.ПЗВКР</i> | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Проектирование мультисервисной сети связи в жилом комплексе «Лондон Парк» г. Санкт-Петербург | Лит. | Лист | Листов |
| Разработал | | Василевский М.В | | | | | 2 | 55 |
| Проверил | | Курлов А.В. | | | | <i>НИУ «БелГУ» гр. 07001410</i> | | |
| Рецензент | | Каменев И.А. | | | | | | |
| Н. Контроль | | Курлов А.В. | | | | | | |
| Утвердил | | Жиляков Е.Г. | | | | | | |

ВВЕДЕНИЕ

В наши дни невозможно обойтись без информационных технологий, которые помогают нам быстро получить всю немаловажную и актуальную информацию; приобрести необходимые вещи, не выходя из дома; организовать свой досуг, просматривая новейшие фильмы или телепередачи; общаться с родными и друзьями, которые находятся в других городах и множество всего другого. Это все стало доступным нам с развитием информационных технологий и услуг на их основе, таких как интернет, IP телефония и телевидение.

Потребность пользователей в обмене информацией возрастает с каждым днем, что приводит к стремительному росту объемов передаваемой и хранимой информации, и это заставляет провайдеров делать более совершенными свои технологии и услуги, чтобы удовлетворить пользователей.

Главная задача для провайдера состоит в том, чтоб получить наибольший доход, которая, в свою очередь, может быть достигнута только при привлечении новых абонентов и внедрения новых услуг. Но, значимой задачей для провайдера остается сохранение отличного качества абсолютно всех услуг, которые он предоставляет.

Достичь этой цели возможно лишь при подходе к проектированию сети, а для этого необходимо осуществить следующее: изучить потребности абонентов, подобрать наиболее оптимальную технологию предоставления услуг, учитывая перспективы развития абонентской сети, а также обеспечить высокое качество и исправность, бесперебойность предоставления услуг.

В жилой комплекс “Лондон Парк” расположен один 24-этажный дом состоящий из двенадцати корпусов и два 18-этажных дома. На продажу выставлены одно- двух- и трёхкомнатные квартиры в этих домах.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | | Лист |
| | | | | | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | 3 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЖИЛОМ КОМПЛЕКСЕ «ЛОНДОН ПАРК»

Жилой объект состоит из 3-х высотных монолитных домов переменной этажности от 18 до 24 этажей. Вся необходимая инфраструктура доступна на нижних этажах - магазины первой необходимости, аптеки, отделения банков и многое другое [1].

Дом №1 – это жилой многоквартирный дом 18 этажный. Количество квартир – 360 шт. Устройства связи – телефонные вводы, коллективные антенны.

Дом № 2 это жилой многоквартирный дом 18 этажный. Количество квартир – 360 шт.

Монолитно-кирпичный многоквартирный жилой дом №3-24 этажный (состоит из 12 подъездов)-1440 шт.

Проект компании Л1 «Лондон Парк» – единственный в мире многофункциональный комплекс клубного формата, представленный в сегменте эконом-класса. Новый городской квартал с эксклюзивной инфраструктурой строится у северной окраины Санкт-Петербурга. Архитектуру застройки составят разновысотные жилые корпуса и общественные строения. В фасадном оформлении используются узнаваемый стиль декора лондонских и голландских зданий. При входе в парадные предусмотрены кабины консьержей, выделены площадки для хранения колясок.

В строящихся домах «Лондон-Парка» представлен огромный выбор квартир: от студий до четырёхкомнатных. В квартирографию включен брендовый стандарт планировки. Проектные решения монолитных корпусов позволяют увеличить жилую площадь при горизонтальном или вертикальном объединении смежных квартир. Жильё передаётся с предчистовой отделкой (выравнивание стен и потолка, стяжка пола, установка входных дверей и оконных стеклопакетов с откосами и подоконниками, разводка системы

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | | Лист |
| | | | | | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | 4 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

отопления с радиаторами и внутриквартирной электропроводки с розетками и выключателями).

Так же присутствует тёплый многоуровневый паркинг МФК «Лондон Парк» рассчитан на 2200 машиномест. Эксклюзивный объект внутренней инфраструктуры – оздоровительный клуб с двумя бассейнами, спа-центром, спортивными залами, зоной релакса и детскими аттракционами. С закрытой территории квартала предусмотрен доступ в здание торгово-развлекательного комплекса. В генплане заявлена школа, уже открыт новый детский сад. В соседних кварталах Выборгского района расположены взрослая и детская поликлиники, семь школ, гимназия, около десятка детских садов. Рядом с новостройкой несколько сетевых универсамов, крупный гипермаркет, многозальный кинотеатр, рестораны, банкетный комплекс, кофейни, суши-бары и бистро.



Рисунок 1.1 – План жилого комплекса «Лондон Парк»

Информация о провайдерах, которые предоставляют в пределах микрорайона мультисервисные телекоммуникационные услуги, отсутствует. Поэтому при определении стоимости тарифных планов будут браться в учет средние для района или пригорода цены.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 5 |

Ближайшая АТС №13 находится по улице Есенина 19/2 на расстоянии 2,3 км. (рисунок 1.2) [2].

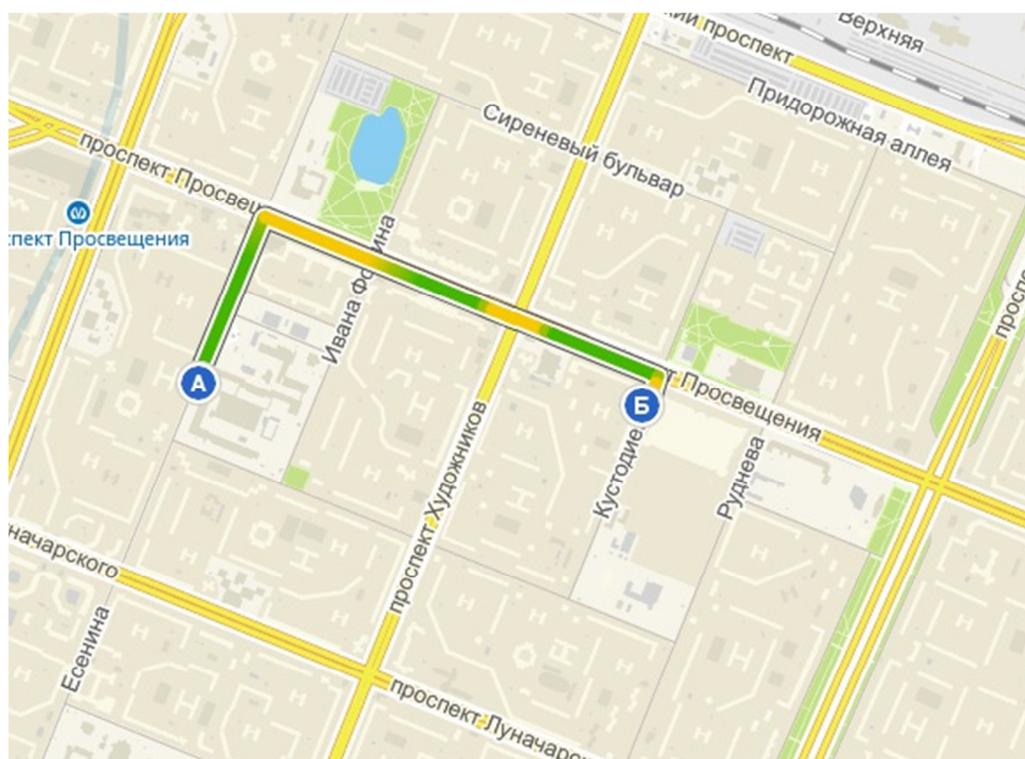


Рисунок 1.2 – Местоположение АТС №13 в г. Санкт-Петербург

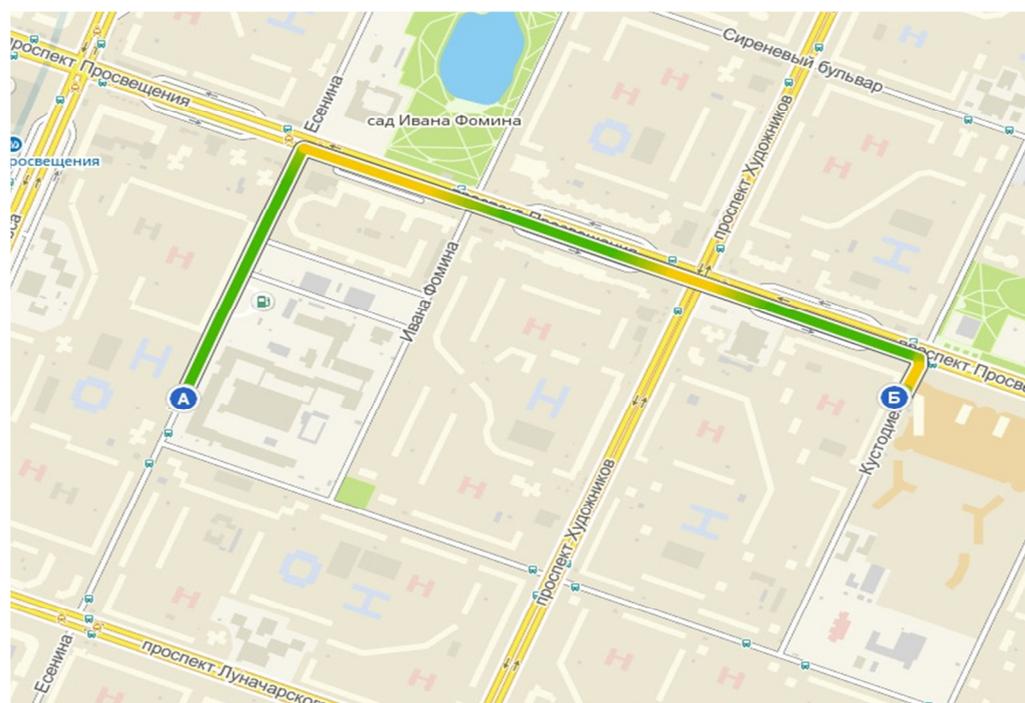


Рисунок 1.3 – Расстояние от жилого комплекса «Лондон Парк» до АТС №13 г. Санкт-Петербурга

Расстояние от АТС №13 до жилого комплекса «Лондон Парк»-2,3 километра (рисунок 1.3).

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | 6 |

Для того, чтоб определить количество потенциальных абонентов нужно высчитать общее количество квартир, а для этого необходимо изучить проектную документацию. В таблице 1.1 приведен перечень домов с указанием общего квартир.

Таблица 1.1 - Исходные данные проектируемой сети

| Объект | Описание объекта | Общее количество квартир в 1 корпусе | Количество корпусов | Общее количество квартир |
|---------------|--|--------------------------------------|---------------------|--------------------------|
| Тип 1 | 18-ти этажный дом, количество квартир на этаже: 16-18шт. | 360 квартир. | 1 | 360 |
| Тип 2 | 18-ти этажный дом средних габаритов, состоящие из 1 корпуса, количество квартир на этаже:16-18 шт. | 360 квартир. | 1 | 360 |
| Тип 3 | 24-х этажный дом, больших габаритов, количество квартир на этаже:5 шт. | 120 квартир. | 12 | 1440 |
| Всего: | - | - | 14 | 2160 |

В жилом комплексе уже сделаны кабельные каналы. Это даст возможность уменьшить расходы при прокладке оптического волокна, т.к. нет нужды в повторных земляных работах.

Жителям комплекса будет предоставляться следующий перечень

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | Лист |
| | | | | | | 7 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

телекоммуникационных услуг:

1. Доступ к сети Интернет на высокой скорости, что и является основной мультисервисной услугой любого провайдера. При изучении статистики тарифов различных провайдеров (Ростелеком, Билайн, МТС и др.), было принято решение выбрать минимальную скорость для абонентов в 30 мбит/с.

2. IPTV – это цифровое телевидение по IP протоколу. Предполагается, что как минимум 40 % жителей заинтересует эта услуга.

Разные услуги имеют различный спрос. Нет уверенности в том, что абоненты на 100% будут пользоваться всем перечнем услуг. Предположим, что услуги будут иметь следующий процент проникновения: Интернет – 90%, IP-TV – 80%, IP-TV HD-25%, VoD-20%(от пользователей IP-TV), IP телефония – 30%. Количество потенциальных абонентов, которые пользуются предлагаемыми услугами, представлено в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Предполагаемое проникновение услуг

| Объект | Физ. Лица | Интернет | IP-TV | IP телефония | VoD |
|---------------|-------------|-------------|-------------|--------------|------------|
| Дом №1 | 360 | 324 | 288 | 108 | 72 |
| Дом №2 | 360 | 324 | 288 | 108 | 72 |
| Дом №3 | 1440 | 1296 | 1152 | 432 | 288 |
| Итого: | 2160 | 1944 | 1728 | 648 | 432 |

1.1 Требования к проектируемой мультисервисной сети связи в жилом комплексе «Лондон Парк»

Общие требования к мультисервисной сети основываются на существующие международные и отечественные стандарты. Задача провайдера – реализовать предоставление телекоммуникационных услуг с максимальным и стабильным качеством, но вложив при этом минимальные материальные

средства, опираясь на эти требования.

Для построения мультисервисной сети провайдеру необходимо выполнить следующие задачи:

- «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 своей стороны и со стороны клиента;
- возможность доступа пользователя к услугам в не зависимости от технологии (при комбинировании различных технологий в мультисервисной сети)[3];

Требования, предъявляемые 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.

При выполнении приведенных требований появиться возможность создавать надежные и высокоэффективные сети, способные в полном объеме удовлетворить потребности пользователей в телекоммуникационных, а также

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | | Лист |
| | | | | | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | 9 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

выдерживать конкуренцию с другими провайдерами[4].

Выводы к главе 1:

При проведении анализа жилого комплекса «Лондон Парк» стала очевидна актуальность разработки проекта мультисервисной сети для предоставления телекоммуникационных услуг жителям. В перечень предоставляемых услуг войдут основные Интернет, IP ТВ. Отсутствие конкурентов даст возможность провайдеру занять рынок и получать стабильную и высокую прибыль.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | | Лист |
| | | | | | | 10 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | |

2 СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЕНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ

2.1 Сеть на базе технологии FTTB

Технология FTTB - Fiber To The Building предполагает доведение волокна до здания, и получила наибольшее распространение, так как при строительстве сетей FTTx на базе Ethernet – это, зачастую, единственная технически возможная схема построения сети. Кроме того, в структуре затрат на создание Ethernet-сети разница между вариантами FTTC и FTTB относительно небольшая. Также не следует забывать, что операционные расходы при эксплуатации сети FTTB ниже, а пропускная способность выше[5].

Технологию FTTB целесообразно применять в случае развертывания сети в многоквартирных домах и бизнес-центрах. Российские операторы связи разворачивают сети FTTB пока только в крупных городах, но в перспективе планируется использование данной технологии повсеместно. В FTTB нет необходимости прокладывать дорогостоящий оптический кабель с большим количеством волокон, как при использовании FTTH

В случае FTTB оптическое волокно заводится в дом, как правило, на цокольный этаж или на чердак и подключается к устройству ONU (Optical Network Unit). На стороне оператора связи устанавливается терминал оптической линии OLT (Optical Line Terminal). OLT является primary устройством и определяет параметры обмена трафика (например, интервалы времени приема/передачи сигнала) с абонентскими устройствами ONU (или ONT, в случае FTTH). Дальнейшее распределение сети по дому происходит по «витой паре».

Особенностями технологии FTTB являются:

1. Повышенная надежность. Как известно из практики, наибольшее число отказов приходится именно не на ВОЛС, а на коаксиальные сети. Ввиду

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | | Лист |
| | | | | | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | 11 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

наличия каскадно включенного не более одного усилителя (например, усилитель на подъезд), вероятность отказа является низкой.

2. Простота построения параллельных цифровых сетей является наиважнейшим достоинством FTTB технологии. При этом под параллельную цифровую сеть выделяется отдельное оптическое волокно (вместо жилы под реверсный канал).

3. Снижение шумов ингрессии достигается за счет малого числа абонентов, подключаемых к одному ОУ. Более того, при использовании коллективных кабельных модемов (СМ), шумы ингрессии (основные источники шумов в реверсном канале), исходящие от абонентов, фактически исключаются, т.к. СМ включается на входе домового усилителя, в составе которого отсутствует усилитель реверсного канала.

4. Более высокие скорости цифровых потоков в реверсном направлении при неизменном числе частотных каналов обязаны исключительно числу upstream-приемников (приемники реверсного направления), устанавливаемых в составе головной станции кабельных модемов (СМТS). Увеличение числа upstream-приемников (следовательно, и увеличение суммарных скоростей в реверсном направлении) при сохранении отношения несущая/шум (C/N) стало возможным благодаря снижению числа абонентов, нагружаемых на один ОУ.

5. Простота реализации новых цифровых технологий, накладываемых на уже существующие FTTB сети. Классическим примером может служить новая перспективная технология EтH (Ethernet to the Home), разработанная компанией Teleste (Финляндия) и получающая все большее и большее распространение по всему миру. На рис.3А представлен фрагмент решения под названием Ethernet over Coaxial (ЕoС), которое обеспечивает доставку кадров Ethernet по коаксиальному телевизионному кабелю домовых распределительных сетей. Решение ЕoС не требует прокладки дополнительного кабеля, например UTP, и обеспечивает доступ к Ethernet сети на абонентской розетке, подключенной к

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 12 |

коаксиальному кабелю оператора КТВ. Кстати, технология EftH от компании Teleste, позволяет и операторам FTTC сетей обойтись без прокладки ВОЛС до дома при строительстве Ethernet сетей. На рис. 3Б представлена схема решения Virtual Fiber («виртуальное волокно»), обеспечивающая доставку Ethernet (100Мбит/с) по существующим сетям кабельного телевидения. Более того «виртуальное волокно» может работать в сетях КТВ параллельно с Docsis.

Возможность использования экономичных ОУ достигается за счет того простого факта, что вслед за ОУ устанавливается мощный домовый усилитель, следовательно, к выходному каскаду ОУ (а именно величиной его максимального выходного уровня и определяется ценовая политика ОУ) не предъявляется жестких требований как по коэффициенту усиления, так и по выходному уровню.

Работа при низких входных оптических мощностях достигается благодаря тому факту, что последующий домовый усилитель фактически не вносит вклада в снижение S/N из-за его высокого выходного уровня. Именно работа при низких входных оптических мощностях допускает использование малого числа оптических передатчиков (следовательно, уменьшается стоимость ВОЛС в целом) при большом числе ОУ.

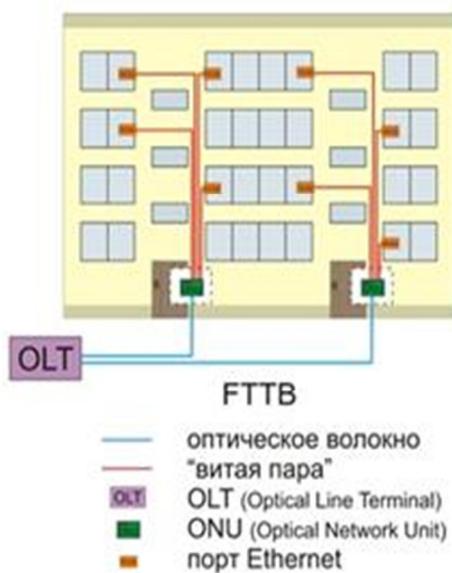


Рисунок 2.1 - Пример построения сети с помощью технологии FTTB

2.2 Технология xPON

xPON (Passive optical network) - технология пассивных оптических сетей.[6] Распределительная сеть доступа PON основана на древовидной волоконно-кабельной архитектуре с пассивными оптическими разветвителями на узлах, представляет экономичный способ обеспечить широкополосную передачу информации. При этом архитектура PON обладает необходимой эффективностью наращивания узлов сети и пропускной способности, в зависимости от настоящих и будущих потребностей абонентов. Суть технологии состоит в том, что сеть строится с помощью пассивных делителей оптической мощности (сплиттеров), не требующих электропитания и обслуживания (пассивная сеть).

Особенность 100% оптический канал до дома/офиса клиента, что позволяет не только увеличить качество сигнала, но и в десятки раз увеличить скорость передачи (до 1Гбит/с). При подключении по технологии PON в квартиру/офис абонента заводится оптический кабель и устанавливается оконечное оборудование - оптический модем ONT.

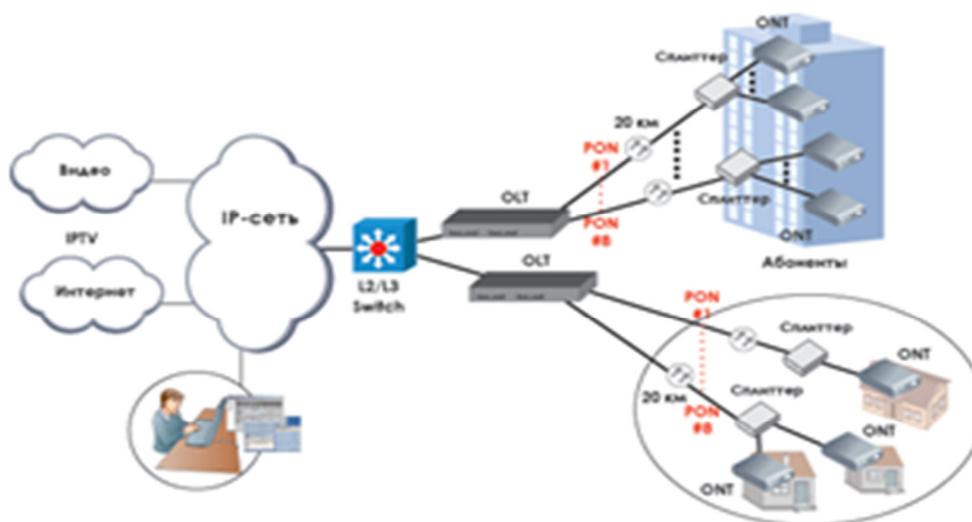


Рисунок 2.2 - Структура сети построенной по технологии PON.

2.3 Сеть на базе технологии xDSL

xDSL - (Digital Subscriber Line - цифровая абонентская линия) - позволяющая значительно расширить пропускную способность абонентской линии местной телефонной сети путем использования эффективных линейных кодов и адаптивных методов коррекции искажений линии на основе современных достижений микроэлектроники и методов цифровой обработки сигнала[7].

Технология DSL поддерживают передачу голоса, высокоскоростную передачу данных и видеосигналов. Многие технологии xDSL позволяют совмещать высокоскоростную передачу данных и передачу голоса по одной и той же медной паре.

xDSL является обобщенной аббревиатурой для технологий DSL (цифровая абонентская линия). DSL представляет собой технологию соединения пользователя и телефонной станции, которая позволяет значительно расширить используемый частотный диапазон имеющихся линии телефонной кабельной сети и предоставить пользователям современный уровень услуг.

Технологии xDSL позволяют использовать значительно более широкую полосу частот по сравнению с традиционными телефонными службами, что, в свою очередь, значительно увеличивает скорость приема и передачи информации.

К основным типам xDSL относятся ADSL, HDSL, RADSL, SDSL и VDSL.

ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line — асимметричная цифровая абонентская линия): вариант DSL, позволяющий передавать данные пользователю со скоростью до 8,192 Мбит/с, а от пользователя со скоростью до 768 Кбит/с.

HDSL (High Speed Digital Subscriber Line) — высокоскоростная цифровая абонентская линия): вариант xDSL с более высокой скоростью передачи,

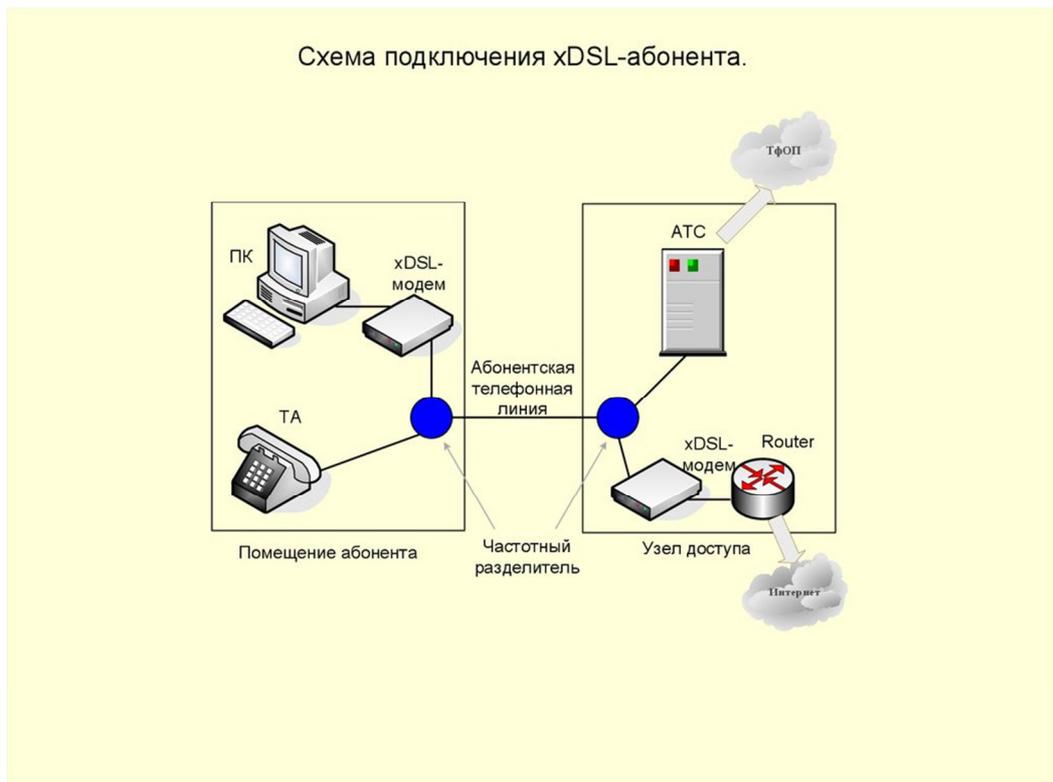
| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | | Лист |
| | | | | | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | 15 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

который позволяет организовать передачу со скоростью более 1,5 Мбит/с (стандарт США T1) или более 2 Мбит/с (европейский стандарт E1) в обоих направлениях обычно по двум медным парам.

SDSL (Simple Digital Subscriber Line — симметричная высокоскоростная цифровая абонентская линия, работающая по одной паре); известны две модификации этого оборудования: MSDSL (многоскоростная SDSL) и HDSL2, имеющие встроенный механизм адаптации скорости передачи к параметрам физической линии.

VDSL (Very-High Digital Subscriber Line — сверхвысокоскоростная цифровая абонентская линия) — это практически то же самое, что и ADSL. Однако в отличие от ADSL, VDSL может работать в асимметричном, но и симметричном режиме. По сравнению с ADSL VDSL имеет значительно более высокую скорость передачи данных: от 13 до 52 Мбит/с в направлении от сети к пользователю и от 1,5 Мбит/с от пользователя к сети при работе в асимметричном режиме; максимальная пропускная способность линии VDSL при работе в симметричном режиме составляет примерно 26 Мбит/с в каждом направлении передачи. В зависимости от требуемой пропускной способности и типа кабеля длина линии VDSL лежит в пределах от 300 метров до 1,3 км.

RADSL (Rate Adaptive Digital Subscriber Line — цифровая абонентская линия с адаптацией скорости соединения) позволяет адаптироваться к постоянно изменяющимся характеристикам абонентской линии. Фактически RADSL способна адаптироваться к изменениям характеристик линии в процессе появления этих изменений. Технология RADSL призвана обеспечить гибкость в предоставлении провайдерами услуг пользователям. Данная технология обеспечивает автоматическую подстройку скорости передачи данных по линии, которая базируется на проведении серии начальных тестов, позволяющих определить максимально возможную скорость передачи данных по конкретной телефонной линии.



2.3 - Пример построения сети с помощью технологии xDSL.

Выводы к главе 2:

Для построения сети будет использована FTTB технология. Ее преимущество в том что, по сравнению с технологией FTTH имеет меньшую стоимость реализации. Также в преимущества FTTB можно записать отсутствие необходимости в дополнительном оборудовании – для работы достаточно вставить кабель провайдера в сетевую карту ПК или ноутбука.

3 РАСЧЕТ НАГРУЗОК И КОЛИЧЕСТВА НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ

3.1 Расчет нагрузок в мультисервисной сети

Понятие абонент подразумевает не только конкретного человека, но и абонентское устройство – точка подключения абонента. Расчет требуемой нагрузки и пропускной способности сети производится, учитывая скорость доступа и процент пользователей, пользующиеся предоставленными услугами в час максимальной нагрузки. Ниже в таблице 3.1 приведены значения основных параметров для расчета.

Таблица 3.1 - Значения параметров

| Параметр | Обозначение | Значение |
|--|--|--------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| 2. Число абонентов сети: | <i>NS</i> | 2160 |
| 3. Отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во входящем потоке; % | <i>OHD</i> | 10 |
| 4. Отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине в исходящем потоке; % | <i>OHU</i> | 15 |
| 5. Процент абонентов Triple Play: - находящихся в сети в ЧНН; % - одновременно принимающих или передающих данные; % - одновременно пользующихся услугами IP-TV; % | <i>DAAF</i> <i>DPAF</i> <i>IPVS AF</i> | 90 70 80 |

Окончание таблицы 3.1

| | | |
|--|-----------------|---------|
| 6. Услуга передачи данных: | | |
| 6.1 Пропускная способность сети для передачи данных к абоненту: | | |
| - средняя пропускная способность; Мбит/с | <i>A DBS</i> | 30 |
| - пиковая пропускная способность; Мбит/с | <i>P DBS</i> | 50 |
| 6.2 Пропускная способность сети для передачи данных от абонента: | | |
| - средняя пропускная способность; Мбит/с | <i>A UBS</i> | 20 |
| - пиковая пропускная способность Мбит/с | <i>P UBS</i> | 40 |
| 7. Услуга IP-TV/ IP-TV HD: | | |
| - проникновение услуги; % | <i>IPVS MP</i> | 70/25 |
| - 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> | 120/50 |
| - скорость видеопотока; Мбит/с | <i>VSB</i> | 6 /10 |
| - запас на вариацию битовой скорости | <i>SVBR</i> | 0,2/0,2 |

Количество сетевых узлов (СУ) для подключения абонентов Triply Play – 108 коммутатор

За один сетевой узел принимается коммутатор доступа, располагающийся в доме. Расчеты будут производиться для коммутатора, у которого количество портов составляет 24. Рассчитаем количества коммутаторов и их тип, которые, в будущем, будут установлены в каждом многоквартирном доме.

Для подключения всех абонентов к сети будет необходимо закупить 108 коммутатора. А оставшиеся свободные порты будут применены для резервирования.

3.2 Расчет трафика телефонии

Степень спроса на услугу IP-телефонии составит 30%, для более комфортного подсчета будем допускать, что абоненты равномерно распределены по всем коммутаторам:

$$N_{SIP} = [24 * 0,3] = 8, \text{ абонентов} \quad (3.1)$$

Канал, используемый для передачи голосовых информационных сведений, создается делая упор на используемый кодек, в нашем случае это кодек G.729A:

$$Y_{\text{полезн}} = \frac{t_{\text{зв.голоса}} \cdot v_{\text{кодирования}}}{8 \text{ бит} / \text{байт}}, \text{ байт}, \quad (3.2)$$

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

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

Кодек G.729A подразумевает 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 можно определить формуле (3.3):

$$V_{\text{пакета}} = L_{\text{EthL1}} + L_{\text{EthL2}} + L_{\text{IP}} + L_{\text{UDP}} + L_{\text{RTP}} + Y_{\text{полезн}}, \text{ байт}, \quad (3.3)$$

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.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | | Лист |
| | | | | | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | 20 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

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

G.729A может передавать через шлюз со скоростью до 50 пакетов за 1 секунду, в результате мы получим общую полосу пропускания:

$$ППр_1 = V_{\text{пакета}} \cdot \frac{8 \text{ байт}}{\text{байт}} \cdot 50_{\text{pps}}, \text{ Кбит/с}, \quad (3.4)$$

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

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

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

$$ППр_{WAN} = ППр_1 \cdot N_{SIP} \cdot VAD, \text{ Мбит/с}, \quad (3.5)$$

где $ППр_1$ – 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).

$$ППр_{WAN} = 31,2 \cdot 8 \cdot 0,7 = 175 \text{ кбит/с}.$$

Применение иных кодеков может помочь уменьшить затраты на полосу пропускания вследствие применения наиболее эффективных алгоритмов сжатия голосовых данных.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 21 |

3.3 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:

$$IPVSUsers = AVS * IPVS AF * IPVSSH, аб \quad (3.6)$$

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.

$$IPVSUsers = [24 * 0,9] * 0,8 * 1,3 = 22, аб$$

$$IPVSUsers_{HD} [24 * 0,25 * 0,9] * 0,8 * 1,3 = 6, аб$$

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.

$$IPVSUS = IPVSUsers * IPVSUU * UUS, потоков \quad (3.7)$$

где IPVSUU – коэффициент проникновения услуги индивидуального видео,

UUS = 1 – количество абонентов на один видеопоток.

$$IPVSUS = 22 * 0,3 * 1 = 6, потоков$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | | Лист |
| | | | | | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | 22 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

$$IPVSUSHD = 6 * 0.3 * 1 = 2 \text{ потока}$$

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

$$IPVSM_S = IPVSUsers * IPVSMU, \text{ потоков} \quad (3.8)$$

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

$$IPVSM_S = 22 * 0.7 = 15, \text{ потоков}$$

$$IPVSM_S HD = 6 * 0.7 = 4 \text{ потока}$$

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:

$$IPVSM_{SM} = IPVSM_A * IPVSM_{UM}, \text{ видеопотоков} \quad (3.9)$$

где $IPVSM_A$ – количество доступных групповых видеопотоков,

$IPVSM_{UM}$ – процент максимального использования видеопотоков.

$$IPVSM_{SM} = 120 * 0.7 = 84, \text{ видеопотока}$$

$$IPVSM_{SM} HD = 50 * 0.7 = 35, \text{ видеопотоков}$$

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | | Лист |
| | | | | | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | 23 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

запаса на вариацию битовой скорости скорость передачи одного видеопотока в формате MPEG-2 составит

$$IPVSB = VSB * (1 + SVBR) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с} \quad (3.10)$$

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

$SVBR$ – запас на вариацию битовой скорости,

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

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

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

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

$$IPVSMNB = IPVSMs * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (3.11)$$

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

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

$IPVSUS$ – количество транслируемых потоков в режиме unicast,

$IPVSB$ – скорость передачи одного видеопотока.

$$IPVSMNB = 15 * 7.92 = 119 \text{ Мбит/с},$$

$$IPVSUNB = 6 * 7.92 = 48 \text{ Мбит/с}.$$

$$IPVSMNB HD = 4 * 19.8 = 79 \text{ Мбит/с},$$

$$IPVSUNBHD = 2 * 19,8 = 40 \text{ Мбит/с.}$$

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

$$IPVSMNB_{\max} = IPVSM_{SM} * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (3.13)$$

где $IPVSM_{SM}$ – число используемых видеопотоков среди доступных,

$IPVSB$ – скорость передачи одного видеопотока

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

$$IPVSMNB_{\max HD} = 35 * 19,8 = 693 \text{ Мбит/с}$$

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

$$AB = IPVSMNB + IPVSUNB, \text{ Мбит/с} \quad (3.14)$$

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

$IPVSUNB$ – пропускная способность для передачи индивидуального видеопотока.

$$AB = 119 + 48 = 167 \text{ Мбит/с.}$$

$$AB_{HD} = 79 + 40 = 119 \text{ Мбит/с.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 25 |

3.4 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):

$$AS = TS * DAAF, \text{ аб} \quad (3.15)$$

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

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

$$AS = 24 * 0,9 = 22, \text{ аб}$$

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:

$$BDDA = (AS * ADBS) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с} \quad (3.16)$$

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.

$$BDDA = (22 * 30) * (1 + 0.1) = 726 \text{ Мбит/с.}$$

Средняя пропускная способность для передачи данных

$$BUDA = (AS * AUBS) * (1 + OHU), \text{ Мбит/с} \quad (3.17)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | | Лист |
| | | | | | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | 26 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

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.

$$BUDA = (22 * 20) * (1 + 0.15) = 506 \text{ Мбит/с.}$$

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

$$PS = AS * DPAF, \text{ аб} \quad (3.18)$$

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

$$PS = 22 * 0.7 = 15$$

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

$$BDDP = (PS * PDBS) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с} \quad (3.19)$$

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

$$BDDP = (15 * 50) * (1 + 0.1) = 825 \text{ Мбит/с.}$$

Мах пропускная способность для передачи данных в ЧНН

$$BUDP = (PS * PUBS) * (1 + OHU), \text{ Мбит/с} \quad (3.20)$$

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 27 |

$$BUDP = (15 * 40) * (1 + 0.15) = 690 \text{ Мбит/с.}$$

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

$$BDD = \text{Max} [BDDA; BDDP], \text{ Мбит/с} \quad (3.21)$$

$$BDU = \text{Max} [BUDA; BUDP], \text{ Мбит/с} \quad (3.22)$$

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

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

$$BDD = \text{Max}[726; 825] = 825 \text{ Мбит/с,}$$

$$BDU = \text{Max}[506; 690] = 690 \text{ Мбит/с.}$$

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

$$BD = BDD + BDU, \text{ Мбит/с} \quad (3.23)$$

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

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

$$BD = 825 + 690 = 1515 \text{ Мбит/с.}$$

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

$$ПП_{\text{узла}} = ПП_{\text{pWAN}} + AB + BD \quad (3.24)$$

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 28 |

AB – пропускная способность для видеопотоков, Мбит/с,

BD – пропускная способность для трафика данных, Мбит/с

$$\text{ПП}_{\text{узла}} = 0,175 + 119 + 167 + 1515 = 1802 \text{ Мбит/с.}$$

Общая нагрузка с одного коммутатора, который будет обслуживать 24 абонента составляет почти 2 Гбит/с. Чтобы обеспечить uplink канал с одного коммутатора, необходимо использовать либо 2 порта по 1 Гбит/с, либо выбрать оборудование, которое имеет 10Гбит/с порты. Следует учитывать тот факт, что расчеты учитывают полную загруженность сети, и в реальных условиях она может быть меньше. Но, чтобы избежать проблем с качеством доступа к услугам в дальнейшем, необходимо на этапе закупки оборудования обеспечить лучший uplink канал.

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

$$N_{\text{agr}} = [N_{\text{acc}} / 24] \quad (3.25)$$

$$N_{\text{agr}} = 91 / 24 = 4$$

В случае использования в качестве uplink канала 1G портов потребуется установка в каждый шкаф оптического кросса на 2 порта для каждого коммутатора, это позволит объединить исходящий канал в 1. В качестве схемы включения агрегаторов обычно используется либо кольцо, либо звезда с дополнительным портом на резервирование.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 29 |

4 ПРОЕКТ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА ЛОНДОН ПАРК

4.1 Выбор оборудования для проектируемой мультисервисной сети связи жилого комплекса “Лондон Парк”

Мультисервисная сеть в жилом комплексе “Лондон Парк” будет выполнена на основе архитектуры FTTB на базе Fast Ethernet. Вычисление нагрузки показало, что подключение коммутаторов доступа к агрегаторам необходимо осуществлять по двум 1 Гбит/с каналам. Максимальная скорость доступа абонентов в сеть Интернет составила 40 Мбит/с.

На уровне агрегации будет размещен 1Gb Ethernet коммутатор. Это создаст нужную пропускную способность на сети и резерв при расширении сети.

Основной параметр при выборе оборудование – соотношение цена/качество. Для этого желательно строить фрагменты сети на базе оборудования одной фирмы для того, чтоб избежать проблем с совместимостью.

Требования, предъявляемые 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, предъявляемым к сети.

Проблем с покупкой необходимого оборудования на сегодняшний день не возникает, потому что на рынке представлено огромное количество компаний (Cisco Systems, Huawei Technologies, Zyxel, АЛСиТЕК, СКС, D-Link, ЗСОМ и др). При проведении обзора доступного оборудования выяснилось, что подходящее – оборудование компании HP, MES.

Уровень доступ. В домах будет размещаться коммутаторы серии HP 1420-

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 30 |

24G-2SFP . Серия HP 1420 — это неуправляемые коммутаторы, Gigabit Ethernet. Они предназначены для небольших предприятий и других организаций, которым требуется простое подключение Plug-and-Play для поддержки соединений уровня Layer 2. Коммутатор серии HP 1420 обеспечивает недорогое подключение Gigabit Ethernet (1GbE) без предварительной настройки и управления. Он предоставляет малому бизнесу 10-кратную производительность сети по сравнению с технологией Fast Ethernet[8].

Уровень агрегация. Функции агрегатора трафика будет выполнять управляемый коммутатор MES3124F— ethernet коммутатор уровня L3 с поддержкой 20 портов 100/1000 Base-X (SFP), 4 комбо-портов 10/100/1000 Base-T/1000 Base-X (SFP), 4 портов 10G Base-R/1000Base-X(SFP+/SFP)[9].

Коммутатор MES3124F имеет значительный запас по производительности благодаря универсальным интерфейсам, работающим на скорости 10Гбит/с или 1Гбит/с.

Отличительные черты коммутатора MES3124F — развитые функции L2, поддержка статической маршрутизации, динамической маршрутизации, наличие 4 интерфейсов 10Гбит/с (SFP+), возможность объединения в стек до 8 устройств, резервирование источников питания с возможностью горячей замены

Поддержка в MES3124F протокола быстрой сходимости EAPS позволяет получить время сходимости оптического кольца менее 200 мс, что обеспечивает непрерывное предоставление сервисов.

Коммутатор MES3124F поддерживает использование двух модулей питания с возможностью автоматического переключения на резервный модуль и горячей замены модулей питания.

L3 коммутатор. Управление сетью на L3 будет организовано с помощью коммутатора HPE FlexFabric 5700(JG896A) . Коммутаторы серии HPE FlexFabric 5700 оснащены функциями локальной коммутации и поддержки на уровнях L2

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 31 |

(в том числе упрощенного) и L3. Эти устройства обеспечивают широкие возможности для расширения корпоративных сетей[10].

Функции IRF упрощают управление сетями с топологией Spine-Leaf и расширяют возможности подключения к серверу. FlexFabric 5700 — это надежность и удобство управления.

Технология IRF снижает сложность управления на 88 % и обеспечивает время конвергенции менее 50 мсек. Устройства FlexFabric 5700 стоят на 25 % дешевле, чем конкурирующие модели других производителей, что помогает снизить общую стоимость владения.

Коммутаторы серии HP обеспечивают связь с скоростью до 960 Гбит / с для наиболее ресурсоемких приложений. Так же устройство поддерживает локальную коммутацию и может участвовать в сети, а сокращенное время задержки (менее 1,5 мкс для канала 10GbE) повышает пропускную способность и уменьшает потери пакетов.

Голосовой Шлюз SMG-2016 [11] хорошо подходит для организации VoIP-сетей, IP-АТС с поддержкой функций ДВО и COPM. Он может быть использован как решение для построения сетей связи NGN. Широкий функционал, соответствие стандартам, высокая надёжность операторского класса дают возможность решать на базе SMG-2016 различные задачи.

Шлюз содержит до 16 потоков E1 (ОКС7, PRI) и до 768 каналов VoIP.

Оборудование IP-TV. Услуга IP-TV дает клиенту право просматривать ТВ по IP сети. Для организации услуги IP-TV необходим комплекс определенного оборудования, формирующий цифровые видеопотоки, кодирующий и передающий их абонентам. Декодирование IP-TV сигнала делает специальная приставка STB, к которой подключается телевизор. Помимо телевизора можно также применять ноутбук и планшет для просмотра ТВ каналов, для это достаточно использовать специальный плеер (Smart-TV).

Для создания услуги IPTV планируется закупить оборудование компании DVB-C + IPTV станции на основе DMM-1000 и DX-328 от компании DVBC.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 32 |

Система предлагает 160 цифровых каналов и 32 каналов в HD качестве, это является достаточным для создания широкого перечня ТВ пакетов, которые заинтересуют абонентов различных возрастов. На рисунке 4.1 представлена схема спроектированной сети связи в ЖК “Лондон Парк”[12].

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | | Лист |
| | | | | | | 33 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | |

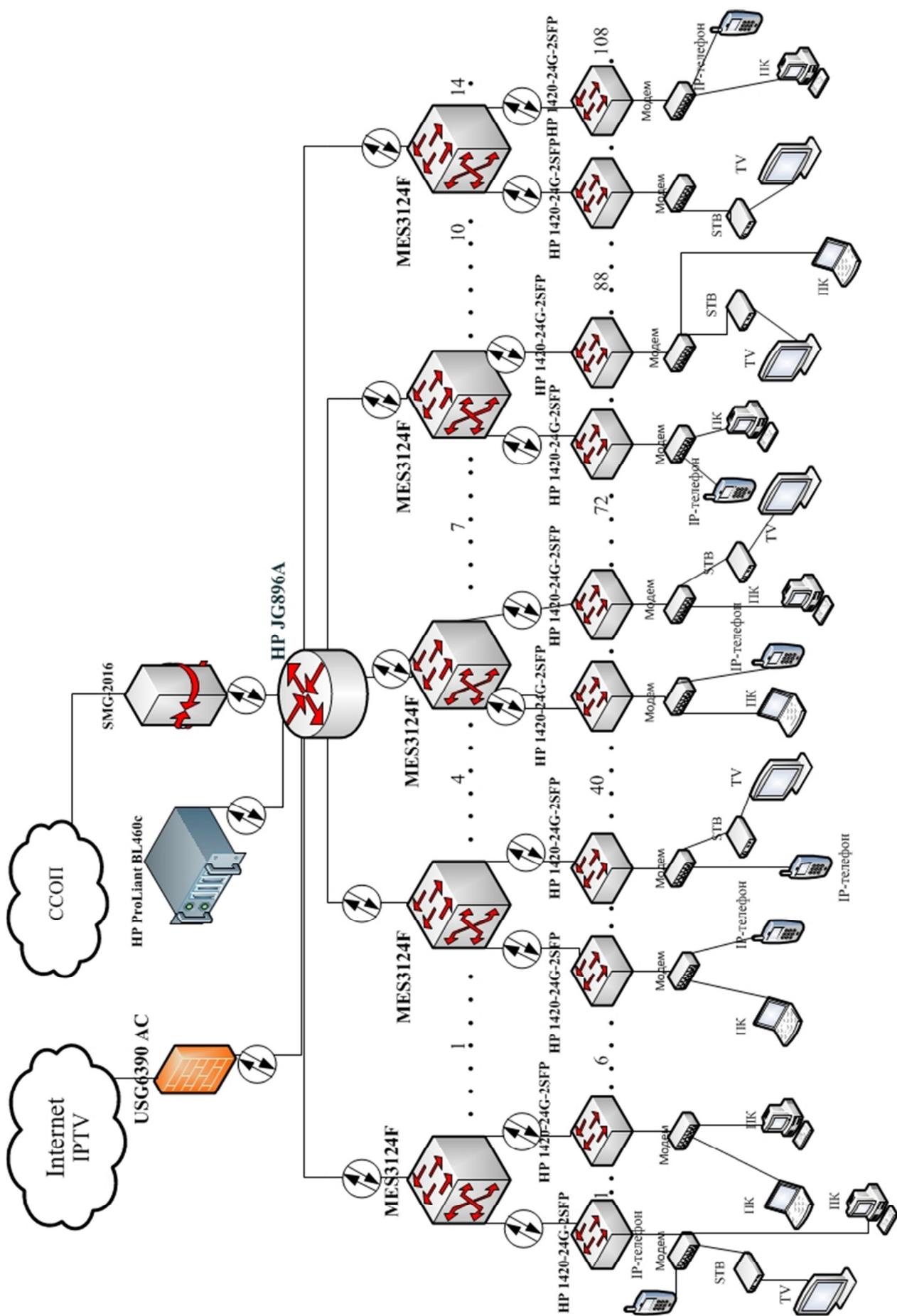


Рисунок 4.1 – Проект сети связи ЖК “Лондон Парк”

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

11070006.11.03.02.335.ПЗВКР

Для отказоустойчивости сеть будет построена по древовидной топологии.

Преимущества топологии:

1. Рабочие станции можно подключать независимо друг от друга. Т.е. при подключении нового сайта нет необходимости останавливать передачу информации в сети.

2. Построение сетей на основе древовидной топологии обходится дешевле, так как нет затрат на прокладку дополнительных линий при подключении нового клиента.

3. Сеть обладает высокой надежностью, т.к. работоспособность сети не зависит от работоспособности отдельных компьютеров.

4.2 Выбор типа линии связи и план размещения оборудования

Построение сети полагает прокладку 500 метров оптического кабеля по территории жилого комплекса и еще 2300 метров до ближайшей АТС. Прокладываемый оптический кабель должен соответствовать всем необходимым требованиям, в частности быть подходящим для прокладки в кабельной канализации или грунте. В качестве основного оптического кабеля будет использован ОКБ-10-0,22-24П (7кН) [13].

Кабель марки ОКБ предназначен для прокладки в грунтах 1-5 групп, в кабельной канализации, туннелях, коллекторах, при наличии особо высоких требований по механической прочности. Кабель марки ОКБ в негорючем исполнении предназначен для прокладки как и ОКБ при повышенных требованиях по пожарной безопасности. Кабель состоит из 6 оптических жил, защищенных от внешних воздействий и грызунов, рабочая температура составляет 40°C...+60°C, температура монтажа равна 10°C...+50°C, температура транспортировки и хранения – 50°C...+50°C. Минимальный радиус изгиба кабеля должен быть не менее 20 диаметров кабеля, срок службы составляет 25 лет, срок гарантийной эксплуатации – 2,5 года.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | | Лист |
| | | | | | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | 35 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

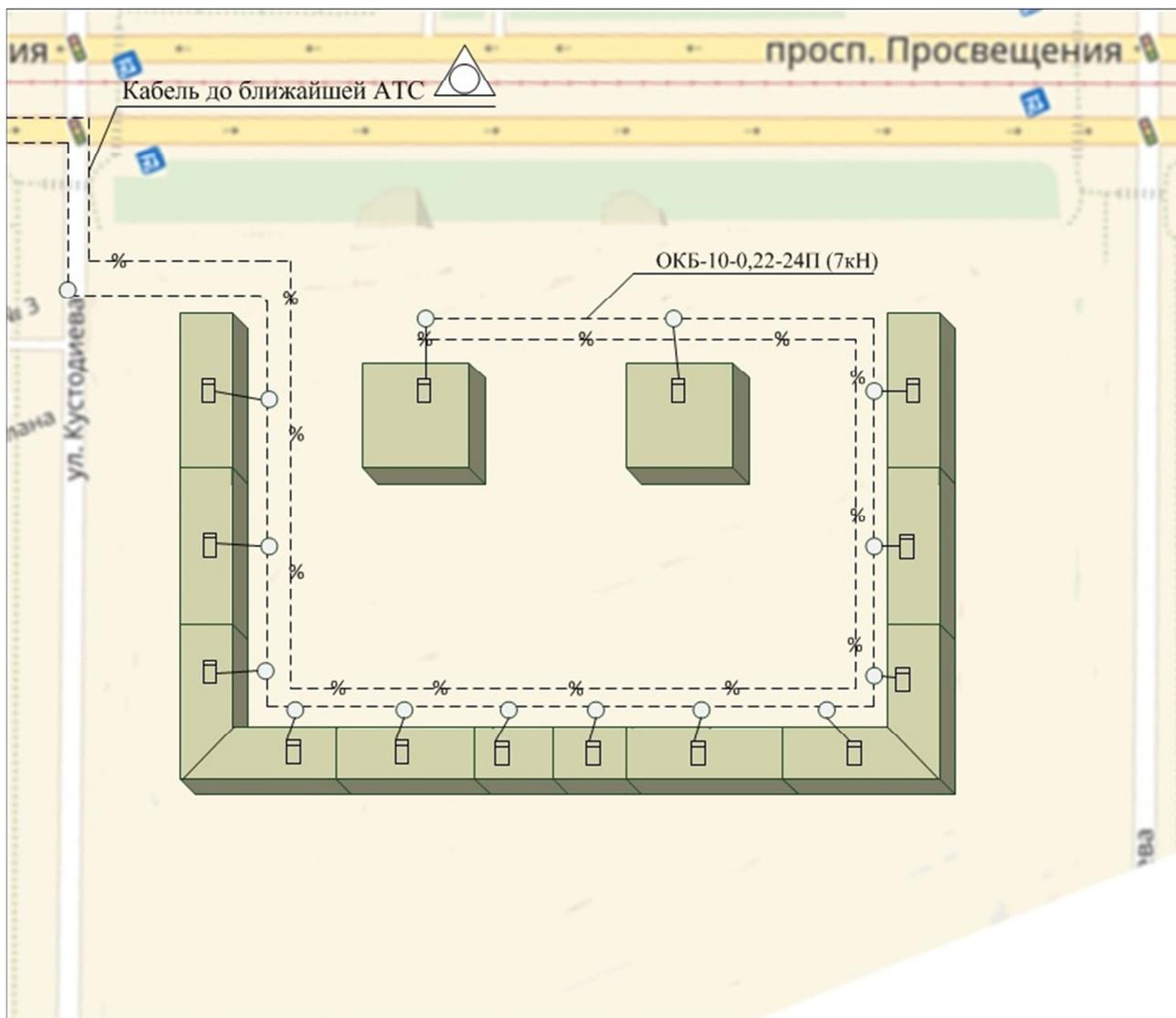


Рисунок 4.2 – Ситуационная схема трассы прокладки кабеля.

Коммутаторы доступа размещаются на технических этажах в специальных антивандальных шкафах. В шкафу располагается источник обеспечения бесперебойного питания и сетевой фильтр, необходимый для защиты от скачков напряжения. От коммутаторов доступа до клиентского оборудования прокладывается медный кабель UTP. Между этажами он будет уложен в пластиковый кабель-канал.

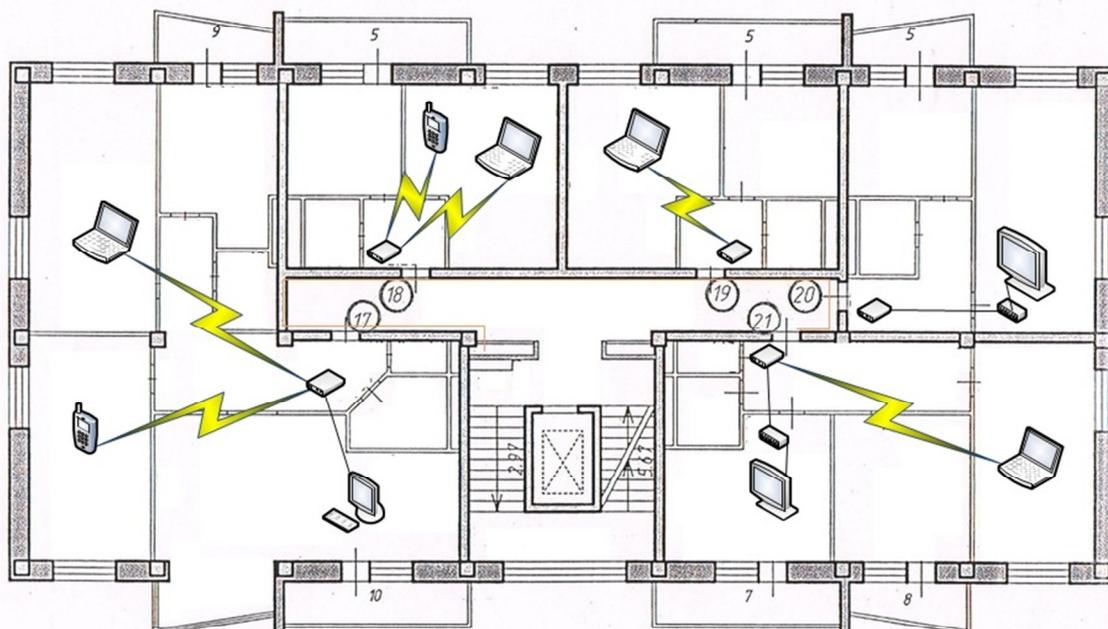


Рисунок 4.3 – Варианты подключения абонентского оборудования

Красная линия на рисунке 4.3 – специальный кабель-канал для прокладки медного кабеля UTP. Кабель-канал монтируется так, чтобы не создавать помеху другим кабельным системам. Заводится кабель в квартиру абоненту через высверленное отверстие на уровне 10-15 см от пола либо выше дверной коробки.

Серверы и устройства уровня ядра могут быть расположены в отдельных стойках в помещении, предпочтительно на АТС т.к. оно выполняет все необходимые технические нормы, или в необслуживаемых помещениях на территории квартала.

5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

В разделе представлены расчеты технико-экономических показателей проекта: капитальные вложения в проект, уровень доходов, рентабельность, срок окупаемости. Все расчеты сделаны на основании сметы затрат на закупку нужного оборудования.

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 нужное оборудование, комплектующие для его монтажа и установки, специализированное программное обеспечение и т.д. Общая смета затрат представлена в таблице 5.1, данные из которой взяты с официальных электронных ресурсов магазинов: <http://huawei.com/>, <https://market.yandex.ru>, <http://www.dvbc.ru>, <http://www.cnet.com/products>

Таблица 5.1 – Капитальные вложения в оборудование и материалы

| № п/п | Наименование | Кол-во единиц | Стоимость, руб. | |
|-------|--|---------------|-----------------|--------|
| | | | за единицу | всего |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Коммутатор HP FlexFabric 5700-40XE-2QSFP | 1 | 363483 | 363483 |
| 2 | Коммутатор Huawei S5720-28X-SI-AC | 14 | 67364 | 943096 |
| 3 | Голосовой шлюз SMG-2016M | 1 | 128868 | 128868 |

Окончание таблицы 5.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------------|--|------|---------|---------|
| 4 | Коммутатор HP 1420-24G-2SFP | 108 | 12155 | 1312740 |
| 5 | Межсетевой экран Huawei USG6390 | 1 | 483328 | 483328 |
| 6 | HP 646902-421 Proliant DL360p Gen8 E5-2640 | 1 | 314 328 | 314328 |
| 7 | Коннекторы RJ-45 | 4500 | 5 | 22500 |
| 8 | Антивандалные шкафы | 14 | 8 500 | 119000 |
| 9 | ИБП UPS 400VA FSP | 130 | 2 150 | 279500 |
| 10 | Сетевой фильтр | 100 | 800 | 80000 |
| 11 | ПО Mail-сервера | 1 | 70000 | 70000 |
| 12 | ПО DNS-сервера | 1 | 65000 | 65000 |
| 13 | ПО FTP и HTTP серверов | 1 | 120000 | 120000 |
| Итого: 4301843 | | | | |

Капитальные затраты на оборудование рассчитываются по формуле:

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

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}).

$$K_{обор} = K_{np} + K_{тр} + K_{смр} + K_{м/у} + K_{зср} + K_{нпр} = (1 + 0,04 + 0,2 + 0,05 + 0,03) * 4301843 = 5678433 \text{ руб}$$

Затраты на строительство и ввод в эксплуатацию линейно-кабельных сооружений изложены 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 |
| ОКБ-10-0,22-24П (7кН) | 2800 | 74,74 | 209272 |
| Кабель UTP cat5 | 160000 | 6,5 | 1040000 |
| | | | Итого: 1249272 |

Капитальные затраты на строительство ВОЛС равны:

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

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

L – протяженность кабельной линии;

Y – стоимость 1 км прокладки кабеля;

$$\begin{aligned} K_{ЛКС} &= 2800 * 150 + 2160 * 300 = \\ &= 420000 + 648000 = 1068000 \end{aligned}$$

Монтаж кабельных систем ложится на организацию подрядчика. Стоимость работ составляет 300 руб за точку подключения, а стоимость укладки и монтажа оптического кабеля – 150 рублей за метр. Таким образом, общие затраты на работы по построению мультисервисной сети будут равны:

$$KB = 5678433 + 1249272 + 1068000 = 7995705 \text{ руб.}$$

5.2 Расчет эксплуатационных расходов

Эксплуатационные расходы представляют собой текущие расходы предприятия на производство и предоставление абоненту услуг связи. В их состав включены расходы на содержание и обслуживание сети. Эксплуатационные расходы с экономической точки зрения представляют собой себестоимость услуг связи в денежном выражении.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 40 |

В понятие эксплуатационные расходы входит:

1. Затраты на оплату труда – необходимо создание фонда 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 другие производственные расходы.

Затраты на оплату труда. Для того, чтоб рассчитать годовой фонд заработной платы нужно выяснить численность штата производственного персонала. Для обслуживания сети нужно ввести персонал по обслуживанию станционного оборудования, а также сотрудников, которые будут подключать абонентов. Рекомендован следующий состав персонала в (таблице 5.3.):

Таблица 5.3 – Состав персонала

| Наименование должности | Оклад | Количество, чел. | Сумма з/пл, руб. |
|------------------------|-------|------------------|------------------|
| Инженер | 45000 | 2 | 90000 |
| Монтажник | 30000 | 2 | 60000 |
| Итого | | 4 | 150 000 |

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.

$$\text{ФОТ} = 150000 * 12 = 1800000 \text{ руб.}$$

Страховые взносы. Страховые взносы в 2017 году составят 30 % от суммы годового заработка

$$CB = 0.3 * \text{ФОТ} \quad (5.4)$$

$$CB = 1800000 * 0,3 = 540000 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления. Эти отчисления необходимы для содержания производственных фондов компании, т.е. на замену/ремонт оборудования. Этот показатель вычисляется при помощи утвержденных норм амортизационных отчислений. В проекте этот показатель вычислен в соответствии со сроком службы оборудования:

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

где T – стоимость оборудования;

F – срок службы оборудования.

$$AO = 4301843 / 10 = 430184,3 \text{ руб.}$$

Материальные затраты. В них входит оплата электроэнергии для производственных нужд, затраты на материалы и запасные части и др. Эти составляющие материальных затрат вычисляются:

а) затраты на оплату электроэнергии вычисляются в соответствии с мощностью станционного оборудования:

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

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

$P = 5$ кВт – суммарная мощность установок.

Значит, затраты на электроэнергию составят

$$Z_{\text{ЭН}} = 4,5 * 24 * 365 * 5 = 197100, \text{ руб.}$$

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

$$Z_{\text{мз}} = 0 \quad (5.6)$$

Следовательно, общие материальные затраты составляют:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | | Лист |
| | | | | | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | 42 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

$$Z_{\text{общ}} = 197100 \text{ руб.}$$

Прочие расходы.

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

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

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

Если подставить значения в формулы (5.7) и (5.8), выходит:

$$Z_{\text{пр}} = 0,05 * 1800000 = 90000 \text{ , руб.}$$

$$Z_{\text{эк}} = 0,07 * 1800000 = 126000 \text{ , руб.}$$

Таким образом, вычисляются прочие расходы:

$$Z_{\text{прочие}} = 90000 + 126000 = 216000 \text{ , руб.}$$

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 | 1800000 |
| 2. Страховые взносы | 540000 |
| 3. Амортизационные отчисления | 430184,3 |
| 4. Общие материальные затраты | 197100 |
| 5. Прочие расходы | 216000 |
| Итого: | 3183284,3 |

5.3 Определение доходов от основной деятельности

Существует два вида доходов провайдера от предоставления услуг населению – единоразовые (оплата за подключение услуги) и периодические (абонентская плата за предоставление доступа к услугам). На сегодняшний день разовая оплата за подключение к сети не популярна среди провайдеров, следовательно, необходимо принять во внимание, что подключение абонента к сети будет бесплатное. Срок окупаемости вложений будет напрямую зависеть от получаемого дохода, основанного на количестве подключенных абонентов. Ожидаемое число абонентов, которое будет подключаться к сети в определенный период, представлено в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Количество подключаемых абонентов по годам

| Год | Доступ к сети Интернет | IP-TV | IP-телефония | VOD |
|------------------------|------------------------|-------------|--------------|------------|
| | Физ. лица | Физ. лица | Физ. лица | Физ. лица |
| 1 | 972 | 864 | 324 | 216 |
| 2 | 532 | 645 | 168 | 114 |
| 3 | 440 | 219 | 156 | 102 |
| Всего абонентов | 1944 | 1728 | 648 | 432 |

Учитывая тот факт, что других провайдеров в микрорайоне нет, то можно надеяться на довольно быстрое подключение абонентов к сети, т.е. за 3 года ожидается подключение всех потенциальных абонентов. В первый год запланировано подключение минимум 50% от всех абонентов. Ожидается, что юридические лица заинтересуются в подключении всего перечня услуг.

Тарифы за предоставление услуг планируются следующие: Доступ к сети Интернет: физические лица – 450 за 40 Мбит/с; услуга IP-TV: физические лица - 200; услуга IP-телефония: физические лица – 150; услуга VoD (цены указаны в рублях). Примем во внимание, что услугой видео по запросу абоненты будут

пользоваться активно и тратить на это будут около 150 рублей в месяц. Основываясь на определенную цену за услуги был рассчитан ежегодный доход.

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

| Год | Доход, руб. | |
|-----|-------------|----------|
| | За месяц | За год |
| 1 | 691200 | 8294400 |
| 2 | 1101900 | 13222800 |
| 3 | 1382400 | 16588800 |

На основании расчетов ожидаемого дохода за год рассчитаем основные экономические показатели проекта.

5.4 Определение оценочных показателей проекта

Экономические показатели, которые нужно вычислить, - срок окупаемости, индекс рентабельности, внутренняя норма доходности.

Срок окупаемости можно оценить при применении расчета чистого денежного дохода (NPV), показывающий величину дохода на конец i -го периода времени. Это метод основывается на сопоставлении величины исходных инвестиций (IC) с общей суммой дисконтированных чистых денежных поступлений (PV) за весь расчетный период. Другими словами, этот показатель есть не что иное, как разность дисконтированных показателей доходов и инвестиций, вычисляется по формуле (5.9):

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

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

IC – отток денежных средств в начале n -го периода, вычисляемый 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.

Необходимо отметить, 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. Возьмем ставку дисконта равную 15%. В таблице 5.7 представлен расчет дисконтированных доходов и расходов и чистый денежный доход с учетом дисконтирования, параметр P_n показывает доход, который получен за текущий год.

Таблица 5.7 – Оценка экономических показателей проекта с учетом дисконта

| Год | P | PV | I | IC | NPV |
|-----|----------|-----------|------------|------------|-------------|
| 0 | 0 | 0 | 11178989,1 | 11178989,1 | -11178989,1 |
| 1 | 8294400 | 7212521,7 | 3183284,3 | 13947062,4 | -6734540,63 |
| 2 | 13222800 | 17210858 | 3183284,3 | 16354082,6 | 856775,5941 |
| 3 | 16588800 | 28118263 | 3183284,3 | 18447143,7 | 9671119,771 |
| 4 | 16588800 | 37602964 | 3183284,3 | 20267196,9 | 17335766,88 |
| 5 | 16588800 | 45850529 | 3183284,3 | 21849851,8 | 24000677,41 |
| 6 | 16588800 | 53022325 | 3183284,3 | 23226073,4 | 29796251,79 |
| 7 | 16588800 | 59258670 | 3183284,3 | 24422787,9 | 34835881,68 |

Рассчитаем срок окупаемости (PP) – период времени, начиная от старта проекта до момента, когда доходы от эксплуатации уравниваются с первоначальными инвестициями и может быть принят как с учетом фактора времени, так и без его участия.

Точный срок окупаемости можно вычислить 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.

$$PP = 2 + 673454063 / (673454063 + 856775,5941) = 2,9 = 2 \text{ года } 9 \text{ месяцев}$$

Индекс рентабельности является относительным показателем, который характеризует отношение приведенных доходов приведенным на ту же дату инвестиционным расходам.

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

Индекс рентабельности при 4 летней реализации проекта будет равен:

$$PI = 17210858 / 16354082,6 = 1,05 = 5\%$$

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 дать оценку целесообразность решений инвестиционного характера, уровень рентабельности которых не меньше, чем цена капитала. Чем выше IRR , тем больше открывается возможностей у предприятия при выборе источника финансирования. IRR отражает предполагаемую норму доходности (рентабельность инвестиций) или максимально допустимый уровень инвестиционных затрат в оцениваемый проект. IRR должен быть выше средневзвешенной цены инвестиционных ресурсов:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | | Лист |
| | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | 47 |

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

где i – ставка дисконтирования

Расчет показателя IRR производится путем последовательных итераций. Для этого подбираются 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 вычисляется внутренняя норма 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: $i_1=15$, при котором $NPV_1 = 856775,594$ руб.; $i_2=50$ при котором $NPV_2 = -3309571,6$ руб.

Таким образом, вычисление внутренней нормы доходности будет производиться следующим образом:

$$IRR = 15 + 856775,594 / (856775,594 - (-3309571,6)) * (50 - 15) = 22,2$$

В итоге, внутренняя норма доходности проекта равна 22,2 %, что больше цены капитала, которая рассматривается в качестве 15%, следовательно, проект можно принять.

Таблица 5.8 – Основные технико-экономические показатели проекта

| Наименование показателей | Значения показателей |
|---|----------------------|
| 1 | 2 |
| Количество абонентов, чел | 2160 |
| Капитальные затраты, руб | 5678433 |
| Ежегодные эксплуатационные расходы, руб, в том числе: | 3183284.3 |
| Расходы на оплату электроэнергии | 197100 |
| Расходы на материалы, запасные части и текущий ремонт | 0 |

Окончание таблицы 5.8

| 1 | 2 |
|-----------------------------------|------------|
| Фонд оплаты труда | 1800000 |
| Страховые взносы | 540000 |
| Амортизационные отчисления | 430184.3 |
| Общие производственные расходы | 216000 |
| Доходы (NPV), руб | 856775,594 |
| Внутренняя норма доходности (IRR) | 22,2 |
| Индекс рентабельности (PI) | 5 |
| Срок окупаемости, год | 2,9 лет |

Вывод к главе 5:

Вычисление экономических показателей проекта дают понять инвестиционную привлекательность проекта в целом. Окупаемость проекта составит 2,9 лет, при этом не учтен полный перечень высокоскоростных тарифов, который может быть внедрен после того, как произойдет оценка спроса на них.

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

Следование мерам по охране труда, технике безопасности и охране окружающей среды – достаточно немаловажный аспект. При нарушении правил, особенно, если это повлекло за собой причинение вреда здоровью работника либо окружающей среде, предусмотрены наказания по административному законодательству (штрафы) и уголовная ответственность в случае серьезных нарушений. Поэтому на предприятиях есть ответственные люди, которые следят за исполнением работниками правил безопасности. Все нормы и правила основаны на существующем законодательстве РФ.

Описание основных требований приведены в ФЗ «Об охране окружающей среды», в котором достаточно полно объясняются правила работы предприятий и прочих объектов, а также их негативное воздействие на окружающую среду[14].

При нарушении установленных требований в области охраны окружающей среды возможно приостановление эксплуатации предприятий по предписаниям органов исполнительной власти, которые осуществляют государственное управление в области охраны окружающей среды. Помимо этого, возможна остановка работы предприятия полностью на основании решения суда общей юрисдикции и (или) арбитражного суда. Эта мера используется в редких, исключительно крайних, случаях[15].

Касаемо отрасли связи, к основным работам, которые связаны с окружающей средой, относятся земельные работы. Они проводятся для построения кабельной инфраструктуры. При работах на земле, имеющей плодородную почву, нужно обеспечить мероприятия по ее сохранению: бережное снятие пласта плодородной почвы и его защита до конца работ.

Работая с передвижными источниками электроэнергии (дизельные

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | | Лист |
| | | | | | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | 50 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

генераторы), необходимо исключить попадание отравляющих веществ в почву, водоемы и тд.

В законодательных актах РФ есть документы, в которых полно изложены правила по охране труда на предприятии при организации и проведении работ. Основные документы - «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 должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003, требованиям ТУ на оборудование, требованиям ОСТ и стандартов предприятия на отдельные группы и виды оборудования[16].

В этих документах изложен порядок допуска работника к выполнению определенных видов работ. Обращается внимание на необходимость проведения инструктажей различных уровней перед началом работ. Включен спектр нужных мероприятий, которые должны быть реализованы для обеспечения безопасности сотрудника и окружающих при проведении работ (предупреждающие таблички, сигналы, наличие защитной одежды и т.д.).

Описаны правила по проведению работ, а именно порядок согласования с руководством и сторонними организациями, порядок проведения самих работ и уборка места по их завершении[17].

В документах изложена ответственность руководства за несоблюдение норм техники безопасности, в том числе, если причинен вред здоровью человека. Кроме того, указана ответственность работника за нарушение норм техники безопасности, предусмотренных положением по охране труда на предприятии.

Сотрудники должны проходить инструктаж по технике безопасности при

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 51 |

трудоустройстве, а также подтверждать свои знания на специальных экзаменах периодически.

Работник должен знать правила оказания первой медицинской помощи и уметь ее оказывать. Это необходимо, чтобы снизить до минимума причиненный вред здоровью при травматизации и т.д.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | | Лист |
| | | | | | | 52 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При создании проекта были разработаны рекомендации по построению мультисервисной сети на территории жилого комплекса “Лондон Парк”. В проект мультисервисной сети включено описание инфраструктуры квартала с расчетом количества потенциальных абонентов, составлен спектр предоставляемых услуг. Техническая часть проекта состоит из расчета нагрузки, генерируемой абонентами, расчета количества необходимого оборудования, схемы организации связи, схемы организации беспроводной сети, плана размещения оборудования в домах, схемы прокладки кабеля по территории квартала и вплоть до АТС.

Сеть построена по архитектуре FTTB на базе технологии Fast Ethernet. Общее количество абонентов в микрорайоне составило 2160, 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 HP, оборудование которой соответствует предъявленным требованиям: соотношение цена/качество, наличие сертификатов соответствия, качество работы и т.д.

Для того, чтоб оценить целесообразность инвестирования в проект была составлена смета затрат на построение сети и вычислены такие экономические показатели как рентабельность, срок окупаемости и др. Для того, чтоб реализовать проект потребуется 7995705 рублей. Годовые затраты по эксплуатации 3183284,3 рублей, проект будет приносить прибыль на 2 году 9 месяце эксплуатации, рентабельность 5 %.

В пояснительной записке указаны мероприятия, которые связаны 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.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | | Лист |
| | | | | | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | 53 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Информационный сайт жилого комплекса “Лондон Парк” [электронный ресурс] // <https://www.novostroy-spb.ru> / Статья Новострой СПб / Режим доступа: https://www.novostroy-spb.ru/baza/zhk_london_park (Дата обращения 05.02.2018)
2. Информационный ресурс [электронный ресурс] // <https://2gis.ru> / Режим доступа : <http://qps.ru/C8Glh> (Дата обращения 01.03.2018)
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. Обзор технологии FTTB [электронный ресурс] // <http://siblec.ru> /Лекция по вычислительным системам, сетям и телекоммуникациям /Режим доступа: <http://qps.ru/6KWtL> (Дата обращения 22.01.2018)
6. Обзор технологии xPON [электронный ресурс] // <http://studbooks.net> / Статья оптические сети доступа / Режим: http://studbooks.net/2342329/tehnika/opticheskie_seti_dostupa (Дата обращения 23.01.2018)
7. Обзор технологии xDSL [электронный ресурс] // <https://studfiles.net> / Статья построения сети / Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/1117070/page:5/> (Дата обращения 27.01.2018)
8. Технические характеристики коммутатора HP 1420-24G-2SFP [электронный ресурс] // <https://www.tfk.ru/> Статья от производителя / Режим доступа : <https://www.tfk.ru/products/lan/unmanaged-switches/jh017a-abb.html> (Дата обращения 28.01.2018)
9. Технические характеристики коммутатора MES3124F [электронный ресурс] // <https://eltexsl.ru> / Статья от производителя / Режим доступа: <https://eltexsl.ru/product/mes3124f/> (Дата обращения 13.02.2018)

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 54 |

10. Технические характеристики коммутатора HPE FlexFabric 5700 [Электронный ресурс] // <http://www.crumet.ru> / Статья от производителя / Режим доступа: <http://qps.ru/1VbM0> (Дата обращения 13.02.2018)
11. Технические характеристики голосового шлюза SMG – 2016M [Электронный ресурс] // <https://eltexsl.ru> / Статья от производителя / Режим доступа: <https://eltexsl.ru/product/smg-2016/> (Дата обращения 1.05.2018)
12. Технические характеристики DMM [Электронный ресурс] // <https://www.tvbs.ru/> Статья от производителя / Режим доступа: <https://www.tvbs.ru/UserFiles/Files/Download/DMM-1000rus.pdf> (Дата обращения 4.05.2018)
13. Технические характеристики оптического кабеля ОКБ [Электронный ресурс] // <http://velcom-s.ru> / Статья от производителя / Режим доступа: <http://velcom-s.ru/products/946/8084/> (Дата обращения 3.05.2018)
14. Приказ “Об охране окружающей среды” [Электронный ресурс] // <http://www.consultant.ru> / Приказ Российской Федерации / Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (Дата обращения 3.05.2018)
15. Порядок обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций [текст] №4209, Москва, 2003.
16. 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> / Приказ Российской Федерации / <http://www.referent.ru/1/35512> (дата обращения 05.05.2017)
17. Руководство по строительству линейных сооружений магистральных и внутризоновых кабельных линий связи [текст] / М-во связи СССР. - М.: Радио и связь, 1986г. 1025с.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|------------------------------------|------|
| | | | | | 11070006.11.03.02.335.ПЗВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 55 |

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

«__» _____ г.

(подпись)

(Ф.И.О.)