

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 В
МИКРОРАЙОНЕ КОММУНАРКА Г.МОСКВА**

Выпускная квалификационная работа
обучающегося по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные
технологии и системы связи
очной формы обучения, группы 07001307
Шепелева Павла Анатольевича

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

Рецензент
Инженер электросвязи участка систем
коммутации №1. г. Белгород
Белгородского филиала ПАО
"Ростелеком"
Галактионов Игорь Владимирович

БЕЛГОРОД 2017

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

Шепелева Павла Анатольевича
(фамилия, имя, отчество)

1. Тема ВКР Проектирование мультисервисной сети связи в микрорайоне Коммунарка г.Москва

Утверждена приказом по университету от « ___ » _____ 20 ____ г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченной работы _____

3. Исходные данные к работе:

объект проектирования – микрорайон Коммунарка г.Москва;
планируемое количество абонентов –2184;
тип проектируемой сети связи – мультисервисная сеть связи, ФТТБ;

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

- 4.1 Экспликация микрорайона Коммунарка г.Москва
- 4.2 Анализ существующих технологий широкополосного доступа
- 4.3 Выбор принципа построения мультисервисной сети связи в микрорайоне Коммунарка г.Москва
- 4.4 Расчет нагрузок проектируемой мультисервисной сети связи в микрорайоне Коммунарка г.Москва
- 4.5 Выбор оборудования проектируемой мультисервисной сети связи
- 4.6 Разработка рекомендации по реализации мультисервисной сети связи в микрорайоне Коммунарка г.Москва
- 4.7 Технико-экономическое обоснование проекта
- 4.8 Охрана труда, техника безопасности и экологическая безопасность проекта

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

- 5.1. Функциональная схема сети ФТТВ;
- 5.2. Проектируемая схема организации связи (А1, лист 1);
- 5.3. Проектируемая схема трассы прокладки кабеля (А1, лист 1);
- 5.4. Проектируемая схема размещения оборудования (А1, лист 1);
- 5.5. Техничко-экономические показатели.

6. Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов работы

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал	Задание принял
4.1. – 4.6, 4.8	<i>канд. техн. наук, старший преподаватель каф. ИТСиТ, Курлов А.В.</i>		
4.7.	<i>канд. техн. наук старший преподаватель каф. ИТСиТ Болдышев А.В.</i>		

7. Дата выдачи задания _____

Руководитель

*канд. техн. наук, старший преподаватель
кафедры «Информационно-телекоммуникационных
систем и технологий»*

НИУ «БелГУ» _____ Курлов А.В.

(подпись)

Задание принял к исполнению _____

(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СЕТИ СВЯЗИ.....	6
1.1 Общие сведения о микрорайоне Коммунарка.....	6
1.2 Требования к проектируемой мультисервисной сети связи микрорайон Коммунарка.....	13
2 СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЕНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ.....	15
2.1 Технологии xDSL	15
2.2 Сети PON (Passive optical network).....	18
2.3 Архитектура FTTx	22
2.4 Выбор варианта построения мультисервисной сети связи	24
3 РАСЧЕТ НАГРУЗОК И КОЛИЧЕСТВА НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	26
3.1 Расчет нагрузок в мультисервисной сети.....	26
3.2 Расчет трафика телефонии.....	28
3.3 Расчет трафика IP-TV.....	30
3.4 Расчет трафика IP-TV в режиме HD.....	34
3.5 Расчет пропускной способности для доступа к сети Интернет.....	37
4 ПРОЕКТ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ МИКРОРАЙОНА КОММУНАРКА.....	44
4.1 Выбор оборудования для проектируемой мультисервисной сети связи микрорайона Коммунарка.....	44
4.2 Выбор типа линии связи и план размещения оборудования	49

					1 1070006.11.03.02.954.ПЗВКР			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		<i>Шепелев П.А.</i>			Проектирование мультисервисной сети связи в микрорайоне Коммунарка г.Москва	Лит.	Лист	Листов
Провер.		<i>Курлов А.В.</i>					2	73
Рецензент		<i>Галактионов И.В.</i>				<i>НИУ «БелГУ», гр.07001307</i>		
Н. контр.		<i>Курлов А.В.</i>						
Утв.		<i>Жилияков Е.Г.</i>						

5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА.....	53
5.1 Расчет капитальных вложений на оборудование и строительномонтажные работы.....	53
5.2 Расчет эксплуатационных расходов.....	56
5.3 Определение доходов от основной деятельности	59
5.4 Определение оценочных показателей проекта	61
6 МЕРЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ОХРАНЫ ТРУДА, ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	66
6.1 Меры по охране окружающей среды.....	66
6.2 Техника безопасности и охрана труда на предприятиях связи	67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	69
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	70

ВВЕДЕНИЕ

В наши дни невозможно обойтись без информационных технологий, которые помогают нам быстро получить всю важную и актуальную информацию; приобрести необходимые вещи, не выходя из дома; организовать свой досуг, просматривая новейшие фильмы или телепередачи; пообщаться с родными и близкими, которые находятся в сотнях километрах от нас 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 увеличивается с каждым днем, что приводит к быстрому росту объемов передаваемой и хранимой информации, и это вынуждает провайдеров делать более совершенными свои технологии и услуги, чтобы удовлетворить пользователей.

Основная цель для провайдера заключается в том, чтоб получить максимальную прибыль, которая, в свою очередь, может быть достигнута только при привлечении новых абонентов и внедрения новых услуг. Однако, важной задачей для провайдера остается сохранение отменного качества всех услуг, которые он предоставляет.

Достигнуть этой цели можно лишь при подходе к проектированию сети, а для этого необходимо реализовать следующее: проанализировать потребности абонентов, выбрать наиболее подходящую технологию предоставления услуг, учитывая перспективы развития абонентской сети, а также обеспечить высокое качество и бесперебойность предоставления услуг.

Микрорайон Коммунарка занимает площадь 3,5 га. На ней расположено семь 25-этажных корпусов, один 12-этажный корпус и жилой дом «Легенда № 18», 19 жилых этажей которого надстроены над крытой автостоянкой и нежилым этажом. На продажу выставлены одно- двух- и трёхкомнатные

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

квартиры в «Легенда № 18». Жилые дома подключены к центральным инженерным системам поселка Коммунарка.

На сегодняшний день на территории объекта нет провайдеров, которые могут дать будущим жителям доступ к мультисервисным услугам.

Создание мультисервисной сети должно быть направлено на возможность оказания полного набора современных услуг, а также ряда дополнительных, таких как видеонаблюдения и точек беспроводного доступа.

Опираясь на вышеизложенное, можно смело утверждать об актуальности создания проекта мультисервисной сети связи в микрорайоне Коммунарка для обеспечения жителей скоростным доступом к телекоммуникационным услугам.

Для того чтоб достичь задуманной цели дипломного проектирования нужно выполнить ряд задач:

1. Выполнить анализ проектной документации микрорайона Коммунарка и дать оценку количеству потенциальных абонентов.
2. Выполнить анализ провайдеров-конкурентов, которые предоставляют мультисервисные услуги в пределах микрорайона Коммунарка.
3. Выполнить анализ современных технологий построения мультисервисных сетей связи и выбрать наиболее подходящий вариант.
4. Составить перечень телекоммуникационных услуг, которые предоставляются, и определить ресурсы сети, которые для них необходимы.
5. Разработать проект сети абонентского доступа.
6. Рассчитать финансовые затраты необходимые для проекта и провести расчет основных экономических показателей.
7. Указать требования по технике безопасности, охране труда и природоохранных мероприятий.

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СЕТИ СВЯЗИ

1.1 Общие сведения о микрорайоне Коммунарка [1]

Микрорайон Коммунарка представляет собой современный яркий проект. Объект строительства расположен на расстоянии 3 км от МКАД по адресу: г. Москва, НАО, район Сосенский, поселок Коммунарка. Неподалеку от квартала располагается станция метро Тёплый стан. С Москвой Коммунарка связана автобусными маршрутами Мосгортранса № 882 (станция метро «Тёплый Стан» - микрорайон Эдальго) и № 895 К (станция метро «Тёплый Стан» - остановка «ул. Липовый парк д.4»), № 895 (станция метро «Тёплый Стан» - остановка «2-й микрорайон Южного Бутова»), № 288 (станция Бутово - микрорайон Эдальго). Помимо этого, до поселка есть возможность доехать на маршрутных такси 1170 (станция метро «Тёплый Стан» - станция метро «Бульвар Адмирала Ушакова»), 895, 882.

На сегодняшний день проектируется линии метрополитена от Третьего пересадочного контура (станция «Улица Новаторов») до административно-делового центра, который расположен в посёлке Коммунарка. Всего в Коммунарку планируется довести две линии метро. В будущем они образуют крупный транспортный узел. Новые станции Сокольнической ветки в Коммунарке запустят в конце 2018 — начале 2019 года, семь станций от проектируемой «Улицы Новаторов» Третьего пересадочного контура введут в эксплуатацию в 2020-м. Это даст возможность сделать идеальную транспортную доступность. А пока Вы можете воспользоваться станциями метро «Тёплый Стан» и «Коньково». Если Вы отдаете предпочтение езде на личном транспорте, то в центр города можно добраться по Калужскому шоссе, время в пути составит 20-25 минут.

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Все корпуса сданы, идет заселение. Приобрести квартиры можно как с отделкой, так и без нее.

Проект – комплекс из 8 монолитно-каркасных зданий разной этажности. Шесть односекционных корпусов насчитывают по 25 этажей в каждом, а высота двухсекционного корпуса составляет 12 этажей. Завершится строительство 23-этажным домом - "Легенда №18". Жилой фонд насчитывает 2184 квартир общей площадью 69248,4 м². Их площадь составляет от 26,4 м² до 57,7 м². Также застройщик предлагает объединенные квартиры, занимающие площадь от 69,7 м² до 118,4 м². Несущие конструкции зданий сооружены из монолитного железобетона. Отделка фасадов – сочетание клинкерного кирпича и штукатурки. При создании помещений межквартирных и межлифтовых холлов, в основном, использовались гранит, мрамор и дерево. Проект предусматривает круглосуточную охрану, монтаж системы контроля доступа. Кроме того, застройщик гарантирует оборудование крытого паркинга для транспорта жителей. По близости находятся два озера, вокруг которых планируется создание живописного паркового ансамбля для приятного отдыха жильцов. Автором концепции ландшафтного дизайна парка выступает миланский архитектор Э. Бортолотти. По периметру водоемов разместятся деревянные мостики, создадут газоны, высадят деревья, кустарники и другие растения. На берегу одного из озер появится ресторан. В теплое время года в водоемах будет возможность порыбачить, а в зимнее время они превратятся в ледовый каток.

Недалеко от микрорайона находятся объекты социальной инфраструктуры, необходимые для комфортного проживания: ТЦ "ИКЕА", гипермаркеты "ОБИ" и "Ашан", физкультурный комплекс "Прометей", детский сад, средняя школа, лицей и дом культуры.

На рисунке 1.1 (а, б) приведена схема микрорайона Коммунарка, на рисунке отмечены различные объекты инфраструктуры.

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7



а)



б)

Рисунок 1.1 - Микрорайон Коммунарка: а) проект квартала, б) макет объекта

В микрорайоне Коммунарка расположение домов позволяет выделить места под паркинг и зону отдыха. 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.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.954.ПЗВКР

Лист

8

Таблица 1.1 - Исходные данные проектируемой сети

Объект	Описание объекта	Общее количество квартир	Кол-во нежилых помещений
Дом №1	25-этажный односекционный жилой дом. Количество квартир на этаже: 7-10шт.	247	9
Дом №2	25-этажный односекционный жилой дом. Количество квартир на этаже: 8-10шт.	248	9
Дом №3	25-этажный односекционный жилой дом. Количество квартир на этаже: 8-10шт.	248	9
Дом №4	25-этажный односекционный жилой дом. Количество квартир на этаже: 8-10шт.	248	9
Дом №5	12-этажный двухсекционный жилой дом. Количество квартир на этаже: 8-10шт.	260	10
Дом №6	25-этажный односекционный жилой дом. Количество квартир на этаже: 8-10шт.	248	9
Дом №7	25-этажный односекционный жилой дом. Количество квартир на этаже: 8-10шт.	248	9
Дом №8	24-этажный односекционный жилой дом. Количество квартир на этаже: 12-15шт.	361	12
Итого:		2108	76

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.

Ближайшая АТС находится в районе Тёплый Стан, г. Москва (рисунок 1.2) [2].

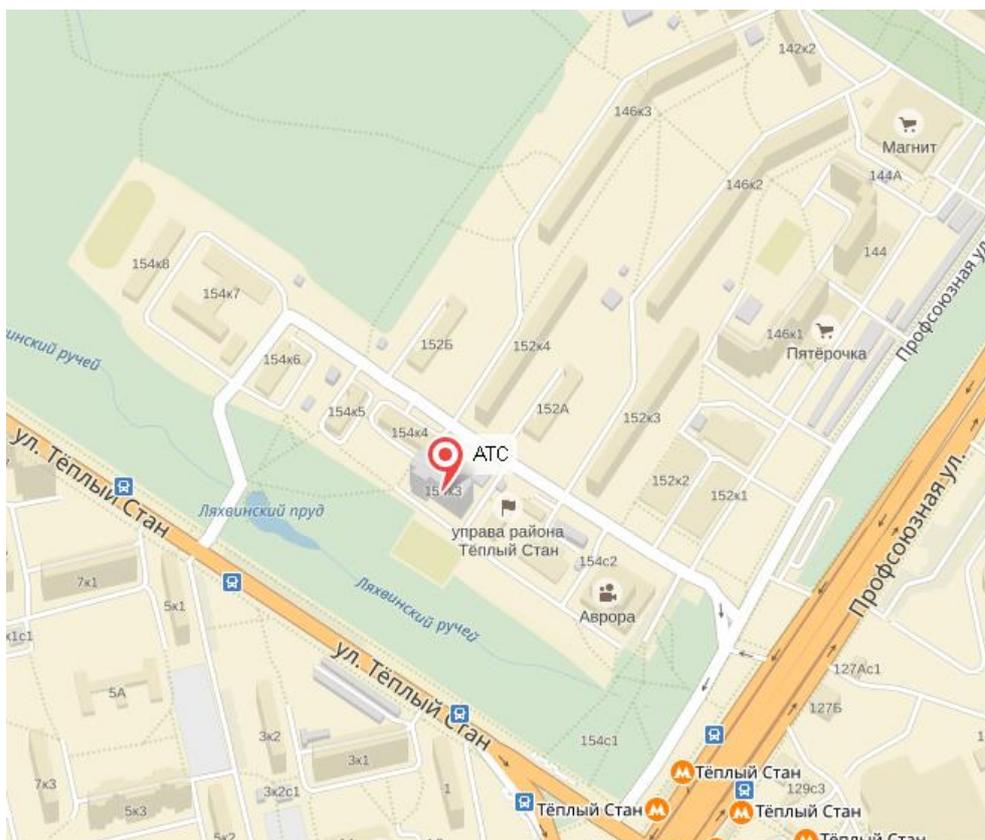


Рисунок 1.2 – Местоположение АТС в г. Москва, р-н Тёплый Стан

Расстояние от АТС до микрорайона Коммунарка – 8,4 километров (рисунок 1.3).

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

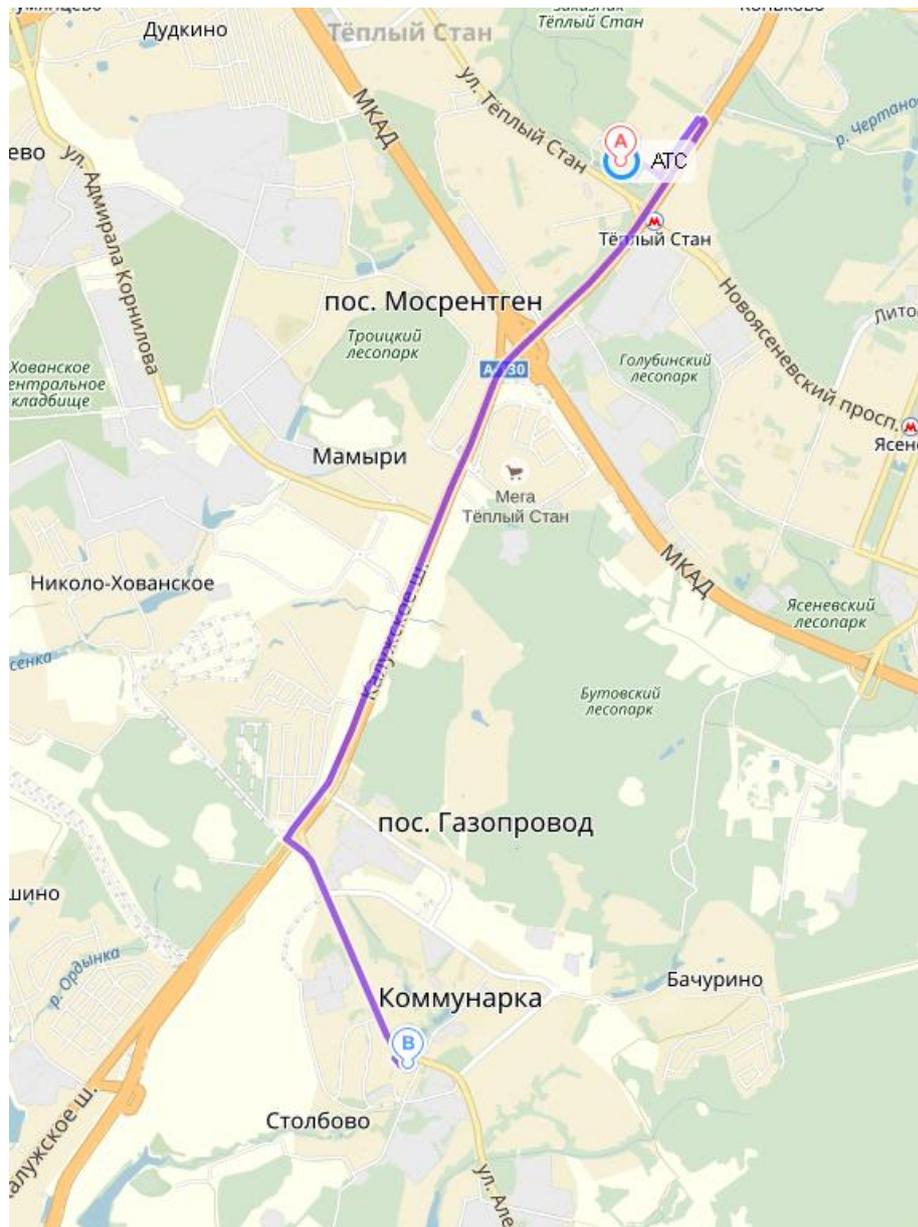


Рисунок 1.3 – Расстояние от микрорайона Коммунарка до АТС г. Москва, р-н Тёплый Стан

Как было уже отмечено, жилой комплекс полностью построен, кабельные канализации сделаны. Это даст возможность уменьшить расходы при прокладке оптического волокна, т.к. нет нужды в повторных земляных работах.

Жителям микрорайона Коммунарка будет предоставляться следующий перечень 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, Старлинк и

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

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.

3. VoD – видео по запросу. Сделает возможным просмотр популярных фильмов, телепередач, телесериалов.

4. IP телефония – передача голосовых сообщений по IP протоколу. Для того чтоб реализовать эту услугу не нужно наличие существующей телефонной линии.

5. Видеонаблюдение необходимо для того, чтоб повысить безопасность на территории квартала. Каждый пользователь будет иметь возможность доступа к системе видеонаблюдения, например, за парковкой, где расположен его автомобиль.

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

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 – 100%, IP-TV – 50%, VoD –20% (от пользователей IP-TV), IP-телефония – 30%, Видеонаблюдение – 100% (бесплатная услуга). Количество потенциальных абонентов, которые пользуются предлагаемыми услугами, представлено в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Предполагаемое проникновение услуг

Объект	Физ. Лица	Юр. Лица	Интернет	IP-TV	VoD	IP-телефония
Дом №1	247	9	256	128	26	77
Дом №2	248	9	257	129	26	77
Дом №3	248	9	257	129	26	77
Дом №4	248	9	257	129	26	77
Дом №5	260	10	270	135	27	81

Окончание таблицы 1.2

Дом №6	248	9	257	129	26	77
Дом №7	248	9	257	129	26	77
Дом №8	361	12	373	187	37	112
Итого:	2108	76	2184	1092	220	655

Таким образом, общее количество потенциальных абонентов – 2184.

1.2 Требования к проектируемой мультисервисной сети связи микрорайон Коммунарка [3-12]

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);
- резерв емкости сети для быстрого наращивания клиентской базы и масштабирования сети.
- Требования, предъявляемые к оборудованию:

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

- 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 выдерживать конкуренцию с другими провайдерами.

Выводы к главе 1:

При проведении анализа микрорайона Коммунарка стала очевидна актуальность разработки проекта мультисервисной сети для предоставления телекоммуникационных услуг жителям. В перечень предоставляемых услуг войдут основные (Интернет, IP ТВ, IP телефония) и дополнительные (видеонаблюдение, беспроводной доступ, VOD). Отсутствие конкурентов даст возможность провайдеру занять рынок и получать стабильную и высокую прибыль.

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЕНИЯ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ

2.1 Технологии xDSL [13-17]

xDSL представляет собой один из самых простейших вариантов быстрого доступа к мультисервисным услугам при наличии кабельной инфраструктуры для проводной телефонии. Т.е. доступ к услугам производится по имеющемуся телефонному проводу. Это становится возможным при разделении полосы частот. При использовании более широкой полосы частот дает возможность намного увеличить скорость приема и передачи данных.

Основные достоинства xDSL: возможность построения на базе уже имеющейся телефонной линии; довольно высокая скорость передачи; передача разного вида трафика на базе телефонных сетей; возможность одновременно предоставить мультисервисные услуги и телефонию; 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 2 E1	1,544 T1 2,0 E1	~2,6км ~3,5км
VDSL	20	52	~0,9км
VDSL2	100	100	~4-5км

После появления xDSL появилась возможность в короткие сроки подключить абонентов к мультисервисной сети. Наиболее распространены технологии ADSL/VDSL т.к. они позволяют создать высокоскоростное подключение абонентов на максимальном расстоянии.

В большинстве случаев используется при предоставлении телекоммуникационных услуг, для которых необходима асимметричная передача данных. Использование сплиттеров (разделитель частоты) позволяет объединить пользование телефонной связью и доступ в сеть Интернет. На рисунке 2.3 показана структура сети на базе ADSL.

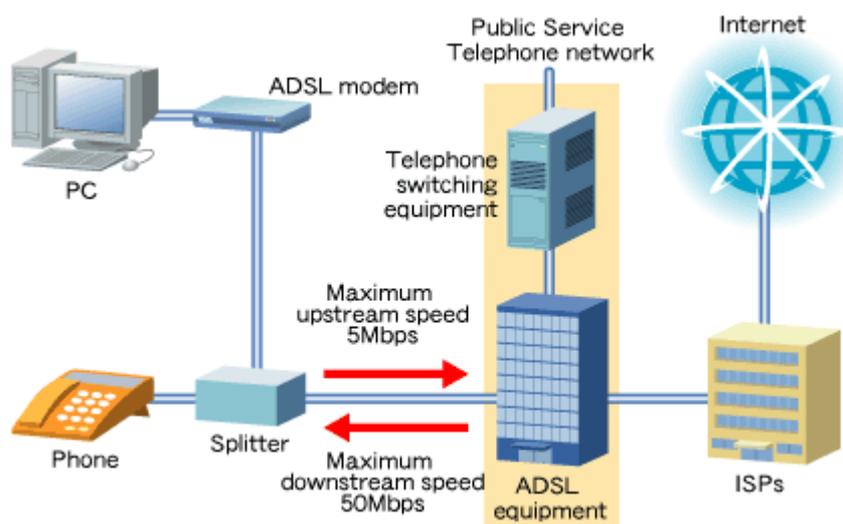


Рисунок 2.3 – Сеть связи на базе ADSL

В ADSL используется частотное разделение для дуплексной связи, что сделало возможным выделить отдельные полосы частот для канала к абоненту и от него. Иногда для повышения эффективности использования частотного ресурса за счет перекрытия части диапазона, занятого upstream потоком данных, передачей данных в downstream направлении используется технология подавления эхо-сигналов.

Скорости каналов напрямую связаны с длиной абонентской телефонной линии и её износом. Длинные и изношенные линии могут привести к значительной потере в скорости передачи данных.

Современная замена ADSL это стандарты ADSL2/2+. Их создание стало необходимым для повышения скорости передачи и максимально допустимой длины линии. Максимальная скорость доступа повысилась до 12 Мбит/с и 24 Мбит/с у ADSL2/2+ соответственно, а также стало возможным автоподстройка в зависимости от качества линии связи.

ADSL2 дает возможность организовать абонентский доступ на скорости до 12 Мбит/с и 1 Мбит/с к и от абонента соответственно, в отличии 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 значительно выросла скорость передачи и приема данных. Это возможно при использовании более широкой полосы частот. Повысить качество VDSL можно при частичной замене медной абонентской линии на ВОЛС. Это представляет собой архитектуру FTTC (рисунок 2.4).

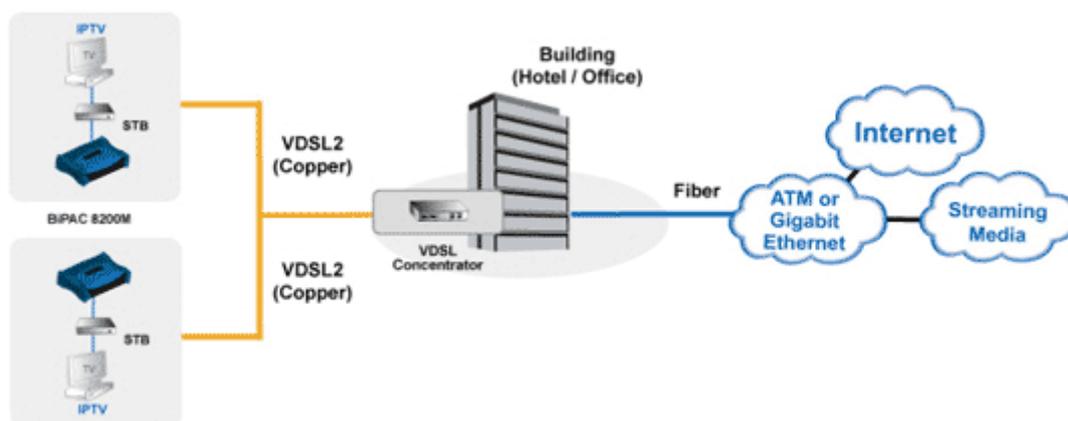


Рисунок 2.4 – Организация доступа по VDSL

VDSL2 – один из самых современных DSL стандартов, используемый в различных архитектурах FTTB, так и FTTC и FTTH. Обращает внимание то, что VDSL2 совместим с устройствами ADSL2/2+, что гораздо упрощает развертывание сети и дает возможность экономить на оборудовании.

В основе VDSL2 – дискретная мультитональная модуляция, позволяющая перейти от асинхронных 70/30 Мбит/с к синхронным 100 Мбит/с. При хорошем

качестве линии становится возможным обеспечить максимально высокую скорость на расстоянии до 3,5 км. Современные стандарты VDSL позволяют на расстоянии до 100м добиться скорости, превышающей 100 Мбит/с в разы.

VDSL2 – это отличное дополнение к оптическим линиям. VDSL/VDSL2 нашли себя для решения проблемы «последней мили» в небольших городах, селах и бизнес центрах, для этого применяются специальные выносные абонентские комплекты.

Но преимущества и простота реализации xDSL технологий не делают целесообразным их использование в качестве основы для сети в микрорайоне Коммунарка из-за отсутствия существующей линии связи.

2.2 Сети PON (Passive optical network) [18-19]

Одно из популярных направлений построения скоростных мультисервисных сетей – применение пассивных оптических сетей — Passive Optical Network, PON. Отличие PON от привычных оптических каналов связи состоит в том, что это использование для агрегации трафика пассивного оборудования — оптических сплиттеров — и высокая плотность портов.

Требования абонентов к скорости передачи информации постоянно увеличиваются. Если раньше скорость доступа в Интернет на уровне 10 Мбит/с была приемлема, то на сегодняшний день для крупных городов минимумом является 50 Мбит/с.

Рост популярности передачи голоса и видео, мультимедиа, телевидение (в том числе и HD) приводит к повышению требований большей скорости.

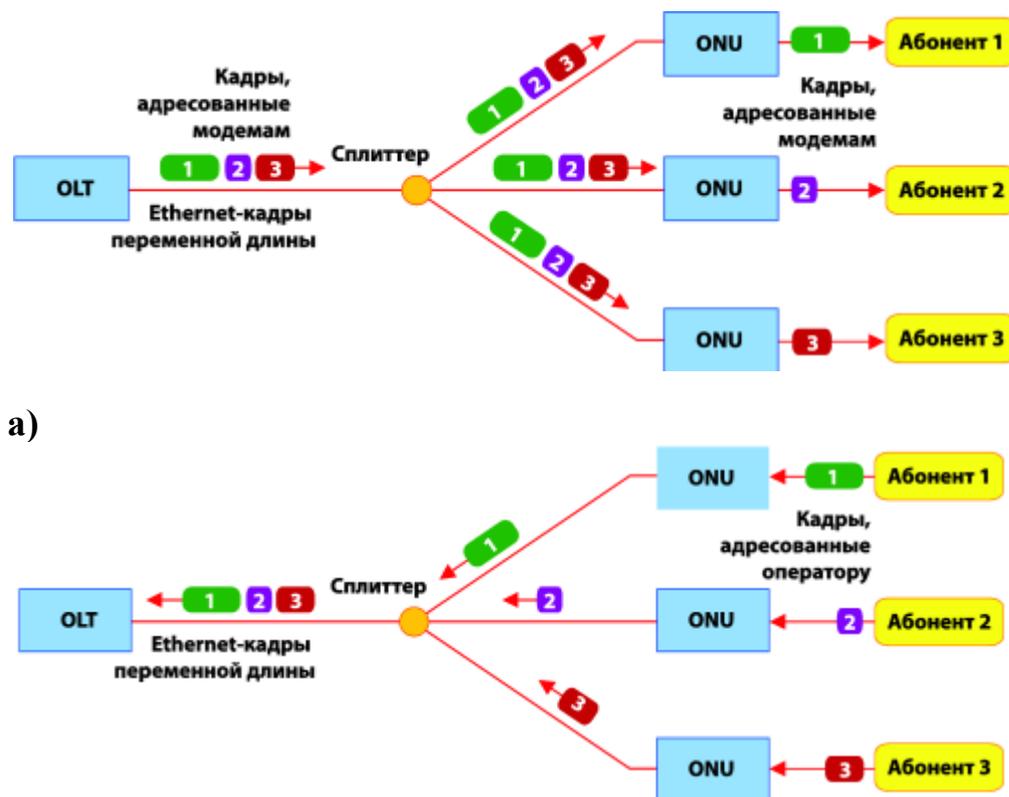
Наибольшая доля затрат провайдера вложена в построение кабельной инфраструктуры. В нее входит не только стоимость кабеля, но и затраты, необходимые на его прокладку, доля которой в случае работы в уже существующей инфраструктуре может быть очень велика. Мечта абсолютного любого провайдера – это разовое вложение и максимальный срок

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

модернизации. С этой стороны оптические каналы связи сегодня – наиболее перспективный способ построения телекоммуникационной сети. Классическая архитектура подразумевает топологию «точка-точка», когда каждая линия имеет свои выделенные порты с каждой стороны, а при необходимости построения «ответвлений» необходима установка активного оборудования в узле. Так что наиболее удачно ее можно использовать для одиночных линий, которые имеют большую протяженность.

Встречаются ситуации, когда удобно использовать древовидную топологию. Она интересна с точки зрения масштабируемости и сниженной общей длины прокладываемых кабелей.

Сеть PON состоит из нескольких элементов: коммутатора на узле связи, линий связи с пассивными сплиттерами в узлах сети и модемов на стороне абонентов. К каждому модему идут все пакеты от коммутатора, а во время передачи применяется временное мультиплексирование кадров (рисунок 2.1).



б)
Рисунок 2.1 – Передача кадров в PON сетях: а) прямой канал, б) обратный канал

Есть разные версии стандартов PON, отличаются они лишь в скорости передачи и дальности передачи сигнала без существенных помех. Характеристика стандартов PON приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Характеристика технологий из семейства PON

Стандарты PON			
	BPON	EPON	GPON
Стандарт	ITU-T G.983	IEEE 802.3ah	ITU-T G.984
Пропускная способность	Нисходящий поток — до 622 Мбит/с Восходящий поток — 155 Мбит/с	Симметричный, до 1,25 Гбит/с	Нисходящий поток — до 2,5 Гбит/с Восходящий поток — до 1,25 Гбит/с
Количество абонентов на линии	32		
Максимальная дальность работы	20 км		
Длина волны нисходящего потока	1490 нм (цифровые данные) и 1550 нм (аналоговое КТВ)		
Длина волны восходящего потока	1310 нм		
Протоколы	ATM	Ethernet	Ethernet, ATM, TDM

Коммутатор делает возможным по одному волокну (одному порту) подключить до 32 или даже 64 абонентов. Общая скорость передачи данных (которая делится между абонентами) равно 1,25 Гбит/с. Дальнейшее развитие EPON уже в ближайшее время предоставляет также переход на скорости 10/1 Гигабит/с и 10/10 Гигабит/с.

С 2013 года произошел переход на 10-гигабитные скорости и технологии GPON.

Для приема и передачи применяются лазеры с различной длиной волны — 1490 нм для передачи и 1310 для приема. Если необходимо, то возможно добавить в канал и аналоговые кабельные телевизионные каналы (100 и более), модулируемые лазером на 1550 нм. В зависимости от конкретной схемы сети и

использованного оборудования, общая протяженность канала может достигать до 20 км.



Рисунок 2.2 – Пример построения сети на базе PON

Кабель в виде дерева прокладывается от порта коммутатора. Сплиттеры, которые устанавливаются в узлах неприхотливы, они не требуют электропитания, настройки и управления, термощкафов, не дорого стоят, а также очень компактны. Это делает возможным их размещение, например, в уже имеющихся телефонных распределительных шкафах.

Простейшие оконечные устройства являются конвертеры оптика-кабель со встроенным фильтром MAC-адресов. При использовании телевидения, в модем устанавливается еще один приемник, а на телевизор выводится обычный высокочастотный кабель.

Для защиты информации используется шифрование (AES128) всех передаваемых пакетов. Технология не предполагает прямого общения отдельных абонентов, которые находятся на одном порту коммутатора — данные от одного абонента опадают к другому только через GPON-коммутатор, ретранслирующий потоки данных восходящего потока на длине волны 1310 нм в нисходящий поток на длине 1490 нм. Приятное дополнение с точки зрения безопасности состоит в применении на линии исключительно пассивного оборудования, который затрудняет перехват.

Основные достоинства PON:

1. минимум использования активного оборудования;
2. снижение до минимума кабельной инфраструктуры;
3. низкая стоимость обслуживания;
4. возможность интеграции с кабельным телевидением;
5. отличная масштабируемость;
6. достаточно высокая плотность абонентских портов.

Применение PON стало бы отличным решением, но в условиях роста цен на оборудование и материалы, построение сети выйдет довольно дорогим. Уменьшить траты возможно при отказе от бесплатного предложения абонентских устройств, но это может снизить привлекательность оператора и уменьшить приток абонентов.

2.3 Архитектура FTTx [20-25]

Fiber To The X или FTTx (оптическое волокно до точки X) является общим термином для любой широкополосной телекоммуникационной сети передачи данных, которая использует в своей архитектуре волоконно-оптический кабель в качестве последней мили для обеспечения всей или части абонентской линии. В зависимости от условий использования выделяют отдельные конфигурации FTTx (рисунок 2.5):

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

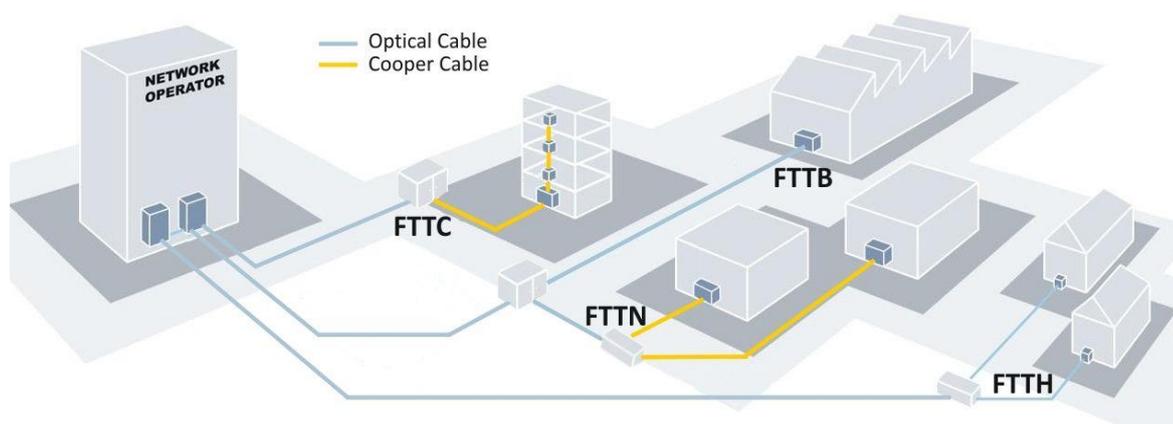


Рисунок 2.5 - Варианты подключения по технологии FTТх: FTТN — оптическое волокно до сетевого узла; FTТC — оптическое волокно до микрорайона/квартала; FTТВ— оптическое волокно до здания; FTТН — оптическое волокно до квартиры/частного дома абонента.

Их отличие состоит в близости подхода оптического кабеля к пользовательскому терминалу.

FTТN - Fiber to the Node, «оптика до сетевого узла». FTТN является одной из первых технологий связи. На сегодняшний день FTТN используется как эконом вариант, так как не требует значительных затрат. При развитии на местности кабельной инфраструктуры FTТN достаточно лишь подключить оптику до сетевого узла.

Сегодня **FTТN** применяют только в дальних районах, там, где протягивать оптику затруднительно. FTТN — недорогой вид связи, но и наиболее медленный.

FTТC - Fiber-To-Carb, что означает - «оптика до группы домов». FTТC одна из доступных по своей стоимости технология. Именно с нее начиналась конструкция оптико-коаксиальных сетей.

FTТC применяет коаксиальный усилитель, и именно поэтому она всегда будет дешевле волоконной связи. Стоимость монтажа FTТC в несколько раз ниже оптической сети. Поэтому FTТC монтирует оптическую сеть до кросса на улице, а в дома FTТC ведет уже медный кабель.

FTТН - (Fiber to the Home) — волокно до дома, квартиры или отдельного коттеджа. Имеет высокую пропускную полосу и дает возможность достигать

отличных скоростей. FTTH позволяет через один порт использовать интернет, телефон и телевидение. При этом FTTH позволяет сохранить конфиденциальность, потому что для доступа к сети необходим пароль. Взломать FTTH или прослушать невозможно. Помимо этого, FTTH — надежна физически, так как оптический кабель не ржавеет.

FTTB предполагает прокладку оптического волокна до дома/здания/офисного центра. В качестве последней мили выступает либо Ethernet, либо VDSL. Это делает возможным построение сети абонентского доступа со скоростью передачи более 1 Гбит/с.

Самое популярное считается совмещение FTTB и Ethernet технологии, что обусловлено стандартами со скоростью передачи более 1 Гбит/с. В IT отрасли есть устройства, которые оснащены combo портами, работающими в режиме 100/1000 Мбит/с. Таким образом есть возможность предусмотреть перспективу повышения скорости передачи информации.

2.4 Выбор варианта построения мультисервисной сети связи

При изучении проектной документации микрорайона Коммунарка было принято следующее решение:

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

2. В качестве оборудования будут использованы коммутаторы с combo портами 100 и 1000 Мбит/с для того, чтобы дать шанс перспективе на дальнейшую модернизацию сети и развитие предложенного перечня услуг и сервисов.

3. Архитектура построения сети будет выбрана, основываясь на расчете объема оборудования уровня доступа и агрегации.

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

4. В качестве линии связи будет использован волоконно-оптический кабель. До самой ближней АТС кабель будет уложен в уже существующую канализацию, общая протяженность кабеля до АТС будет равна 8400 м.

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

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
1. Количество сетевых узлов (СУ) для подключения абонентов Triple Play	<i>FN</i>	8
2. Число абонентов сети:	<i>NS</i>	2184
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; %	<i>DAAF</i>	80
- одновременно принимающих или передающих данные; %	<i>DPAF</i>	70
- одновременно пользующихся услугами IP-TV; %	IPVS AF	60

Окончание таблицы 3.1

Параметр	Обозначение	Значение
- средняя пропускная способность; Мбит/с	<i>ADBS</i>	30
- пиковая пропускная способность; Мбит/с	<i>PDBS</i>	100
6.2 Пропускная способность сети для передачи данных от абонента:		
- средняя пропускная способность; Мбит/с	<i>AUBS</i>	10
- пиковая пропускная способность Мбит/с	<i>PUBS</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>VSB</i>	6 /10
- запас на вариацию битовой скорости	<i>SVBR</i>	0,2/0,2

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 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.

Таблица 3.2 - Количество коммутаторов доступа, размещенных в домах

Объект	Кол-во квартир	Кол-во нежилых помещений	Количество коммутаторов	Количество свободных портов
Дом №1	247, по 10 на этаж	9	11	17
Дом №2	248, по 10 на этаж	9	11	16
Дом №3	248, по 10 на этаж	9	11	16
Дом №4	248, по 10 на этаж	9	11	16
Дом №5	260, по 10 на этаж	10	12	18
Дом №6	248, по 10 на этаж	9	11	16
Дом №7	248, по 10 на этаж	9	11	16
Дом №8	361, по 15 на этаж	12	16	11
Итого:	2108	76	94	126

Для подключения всех абонентов к сети будет необходимо закупить 94 коммутатора. А оставшиеся свободные порты будут применены для видеонаблюдения и резервирования.

3.2 Расчет трафика телефонии

Предполагается, что уровень спроса на услугу IP-телефонии составит 30%, для более удобного подсчета будем допустить, что пользователи равномерно распределены по всем коммутаторам:

$$N_{\text{СИР}} = [24 * 0,3] = 8, \text{ абонентов} \quad (3.2)$$

Канал, используемый для передачи голосовых данных, формируется опираясь на используемый кодек, в нашем случае это кодек G.729A:

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

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 (3.4):

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

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.

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

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

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

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

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

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

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

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.

3.3 Расчет трафика IP-TV

Подсчитаем количество абонентов, которые используют услугу на одном СУ одновременно:

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

где AVS – количество абонентов на СУ, которые подключены к услуге,

IPVS AF – процент абонентов, которые пользуют услуги IP TV одновременно в ЧНН,

IPVS SH – коэффициент, который показывает, какое количество разных программ одновременно используется в одном доме.

$$IPVS \text{ Users} = [24 \cdot 0,5] \cdot 0,6 \cdot 1,3 = 10, \text{ аб}$$

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Трансляция может осуществляться в двух режимах: multicast и unicast. К примеру, услуга видео по запросу это один видеопоток, следовательно, количество индивидуальных потоков соответствует количеству абонентов, которые принимают 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.

$$IPVS\ US = 10 * 0.3 * 1 = 3, \text{ потоков}$$

Multicast поток может быть принят несколькими устройствами одновременно, таким образом, количество потоков составляет:

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

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

$$IPVS\ MS = 10 * 0.7 = 7, \text{ потоков}$$

Количество доступных multicast потоков напрямую зависит от количества предлагаемых ТВ программ. В IP-TV внутри конкретного сегмента сети одновременно возможна трансляция не всех потоков.

Наибольшее число видеопотоков из количества тех, которые доступны и используются абонентами по multicast вещанию:

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

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

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

$$IPVS MSM = 100 * 0.7 = 70, \text{ видеопотоков}$$

Транслирование видеопотоков в IP сети возможно с переменной битовой скоростью. Для передачи ТВ контента с максимальным качеством определим скорость передачи одного видеопотока на уровне 6 Мбит/с. Учитывая добавление заголовков IP пакетов и запас на изменение битовой скорости скорость передачи одного видеопотока в формате MPEG-2 будет равна:

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

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, которая необходима для передачи одного видеопотока в формате MPEG-2 по IP сети в режимах multicast и unicast, рассчитывается следующим образом:

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

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

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

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

$IPVS B$ – скорость передачи одного видеопотока.

$$IPVS MNB = 7 * 7.92 = 55,44 \text{ Мбит/с,}$$

$$IPVS UNB = 3 * 7.92 = 23,76 \text{ Мбит/с.}$$

Передача потоков Multicast осуществляется от головной станции к большому количеству абонентских устройств. Рассчитаем общую скорость для передачи максимального числа multicast потоков в ЧНН:

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

где $IPVS MSM$ – число применяемых видеопотоков среди доступных,
 $IPVS B$ – скорость передачи одного видеопотока.

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

В результате чего мы 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.

$$AB = 55,44 + 23,76 = 79,2 \text{ Мбит/с.}$$

3.4 Расчет трафика IP-TV в режиме HD

Для популяризации услуги IP-TV оператор имеет возможность предложить клиенту доступ к просмотру каналов в качестве HD. Эта услуга достаточно популярна. Проектом предусмотрено, что 25% абонентов, которые подключили себе услугу IP-TV, будут использовать и пакеты с HD каналами. Расчет нагрузки будет таким же, как и предыдущий.

Количество абонентов, которые пользуются услугой на одном сетевом узле одновременно:

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

где AVS – количество абонентов на СУ, которые подключены к услуге,
 $IPVS\ AF$ – процент абонентов, которые пользуются услугами IP TV
одновременно в ЧНН,

$IPVS\ SH$ – коэффициент, который показывает, какое количество разных программ одновременно используется в пределах одного дома.

$$IPVS\ Users = [24 * 0,5 * 0,25] * 0,6 * 1,3 = 3, \text{ аб}$$

Количество индивидуальных потоков составляет:

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

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

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

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

Количество Multicast потоков составляет:

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

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

где *IPVS MU* – количество абонентов, которые принимают групповые видеопотоки.

$$IPVS MS = 3 * 0.7 = 3, потока$$

Наибольшее число видеопотоков:

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

где *IPVS MA* – число доступных групповых видеопотоков,
IPVS MUM – процент максимального использования видеопотоков.

$$IPVS MSM = 50 * 0.7 = 35, видеопотоков$$

Скорость одного HD видеопотока, который принимается со спутника, равно 10 Мбит/с, в результате получим:

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

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

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

Пропускная способность, для передачи одного видеопотока в формате HD по IP сети в режимах multicast и unicast вычисляется следующим образом:

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

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

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

$$IPVS\ MNB = 3 * 13,2 = 39,6 \text{ Мбит/с},$$

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

Общая скорость для передачи максимального числа multicast потоков в ЧНН будет равна:

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

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

$IPVS\ B$ – скорость передачи одного видеопотока.

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

При предоставлении услуги HD IP-TV общая пропускная способность для одного сетевого узла будет равна:

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

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

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

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

$$AB = 39,6 + 13,2 = 52,8 \text{ Мбит/с.}$$

3.5 Расчет пропускной способности для доступа к сети Интернет

При расчете скорости канала передачи данных для доступа в сеть Интернет, нужно заметить, что число активных абонентов в ЧНН может быть различным. Наибольшее количество активных абонентов за этот промежуток времени рассчитывается параметром Data Average Activity Factor (DAAF):

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

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

$$AS = 24 * 0.8 = 20, \text{ аб}$$

Каждый из абонентов обладает двумя каналами: для приема данных - downstream и передачи данных – upstream. При этом, канал upstream меньше downstream. Для определения средней пропускной способности сети, необходимой для нормальной работы пользователей, используем следующее соотношение:

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

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

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

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Средняя пропускная способность для передачи данных

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

где AS - число активных абонентов, аб,

$AUBS$ – средняя скорость передачи данных, Мбит/с

OHU – отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во исходящем потоке.

$$BUDA = (20 * 10) * (1 + 0.15) = 230 \text{ Мбит/с.}$$

В том случае, когда абонент может передавать и принимать данные на максимальной скорости в ЧНН пропускная способность сети вычисляется при помощи коэффициента Data Peak Activity Factor (DPAF):

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

где $DPAF$ – процент абонентов, которые одновременно принимают или передают данные в течение короткого интервала времени.

$$PS = 20 * 0.7 = 14$$

Наибольшая пропускная способность, которая требуется для приема данных в час максимальной нагрузки

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

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

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

Максимальная пропускная способность для передачи данных в ЧНН

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

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

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

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

Для проектирования сети нужно применять наибольшее значение полосы пропускания среди пиковых и средних значений для того, чтоб исключить перегрузку 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, необходимая для организации приема и передачи данных будет равна:

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

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

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

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

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

Для того, чтоб предоставить абонентам все вышеуказанные услуги на всех сетевых узлах должна быть обеспечена пропускная способность:

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

где ПП_{pWAN} – пропускная способность для трафика IP телефонии, Мбит/с,
 AB – пропускная способность для видеопотоков, Мбит/с,
 BD – пропускная способность для трафика данных, Мбит/с.

$$\text{ПП}_{\text{узла}} = 0,175 + 79,2 + 52,8 + 2184 = 2316,175 \text{ Мбит/с.}$$

А теперь нужно принять во внимание организацию системы видеонаблюдения за домами. Подразумевается схема, по которой камеры будут установлены в следующих местах: по две на каждом углу лицевой стороны дома, для возможности наблюдения за подъездами и рядом расположенными дорогами и в зоне отдыха. Все камеры смогут записывать видео с высоким качеством, для этого на каждую из камер будет выделен поток в 2 Мбит/с. Общая нагрузка будет равна: 32 Мбит/с.

При подсчете результатов выяснилось, что будет необходим uplink в сторону агрегатора 2,5 Гбит/с. Такой канал можно создать при помощи трех одиночных каналов 1Гбит/с.

Использование нескольких uplink каналов будет более рациональным, т.к. стоимость современных коммутаторов с 10 Гбит/с портами uplink достаточно велика.

Учитывая это, вычислим число узлов агрегации. Зная, что с одного узла доступа будет заниматься три порта по 1 Гбит/с, число агрегаторов составит:

$$N_{\text{agr}} = [(94 * 3) / 24] = [11,75] = 12 \quad (3.35)$$

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

В итоге получаем общее число агрегаторов 12, при этом, на них будут свободные порты для организации беспроводного доступа на территории зоны отдыха.

Необходимо рассчитать количество нужного оборудования для создания беспроводного доступа к мультисервисным услугам на территории микрорайона. В качестве технологии беспроводной передачи данных была выбрана точка доступа Wi-Fi стандарта 802,11n Huawei AP7110DN-AGN [26].

Дальность связи можно вычислить на основе формулы, которая используется при описании эмпирической модели распространения радиоволн Okumura – Hata. Модель – обобщение опытных фактов, также в ней учитываются разные условия среды. Таким образом, можно предложить 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 $A(h_r)$ можно вычислить по формуле:

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

$$A(h_r) = (1,1\lg 2483 - 0,7)1,5 - (1,56\lg 2483 - 0,8) = 4,5517 - 4,4961 = 0,0555\text{м}$$

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

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

Параметры в выражении (4.3) задаются, учитывая с технические характеристики выбранного оборудования – $P=15$ дБм, Коэффициент усиления встроенной антенны 0 дБм, $Q=-102$.

Рассчитаем радиус зоны покрытия:

$$15 - (69,5 + 26,16\lg 2483 - 13,82 \lg 8 - 0,0555 + (44,9 - 6,55 \lg 8)\lg d) = -102$$

$$15 - 69,5 - 88,81 + 12,48 + 0,0555 - 38,98\lg d = -99$$

$$-130,7745 - 38,98\lg d = -102$$

$$38,98\lg d = -102 + 130,7745$$

$$\lg d = -28,7745 / 38,98$$

$$d = 0,182\text{км}$$

Результаты показали, что радиус зоны покрытия будет равен 182 метра. Следовательно, площадь покрытия одного устройства будет равна:

$$S_{\text{Wi-Fi}} = \pi r^2 = 3,14 * 0,182^2 = 0,104 \text{ км}^2 \quad (3.39)$$

Количество устройств, необходимое для покрытия всей территории будет равно:

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

Зона отдыха в центре квартала – прямоугольник размерами 50x200 метров. Рассчитаем площадь зоны для покрытия беспроводной связью:

$$S_{\text{района}} = a * b \quad (3.41)$$

где a – сторона квадрата.

$$S_{\text{района}} = 0,2 * 0,05 = 0,01\text{км}^2$$

В итоге получим число устройств равное:

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

$$N = 0,01/0,104 = 1$$

Для того, чтоб обеспечить качественный доступ и полное исключение слепых зон, увеличим число точек доступа до 2-х. На рисунке 3.1 приведен план размещения Wi-Fi антенн на территории квартала.

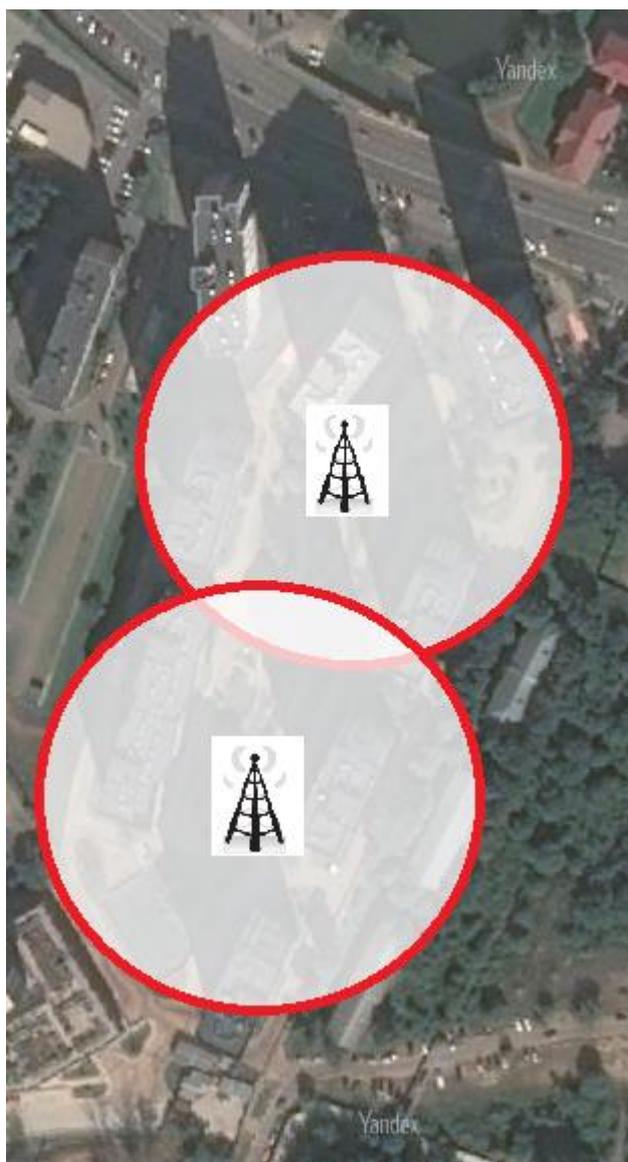


Рисунок 3.1 – Зона покрытия беспроводной сети микрорайона Коммунарка

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

4 ПРОЕКТ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ МИКРОРАЙОНА КОММУНАРКА

4.1 Выбор оборудования для проектируемой мультисервисной сети связи микрорайона Коммунарка

Мультисервисная сеть в микрорайоне Коммунарка будет выполнена на основе архитектуры FTTB на базе Fast Ethernet. Вычисление нагрузки показало, что подключение коммутаторов доступа к агрегаторам необходимо осуществлять по трем 1 Гбит/с каналам. Максимальная скорость доступа абонентов в сеть Интернет составила 100 Мбит/с. Для того, чтоб повысить перспективу роста скорости следует выбрать коммутаторы доступа с комбо портами.

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 приобретением необходимого оборудования на сегодняшний день не возникает, потому что на рынке представлено огромное количество компаний (Cisco Systems, Huawei Technologies, Zyxel, АЛСиТЕК, СКС, D-Link,

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

ЗСОМ и др). При проведении обзора доступного оборудования выяснилось, что подходящее – оборудование компании Huawei.

Коммутаторы доступа – серия S1720 [27]. Это оборудование имеет инновационные технические характеристики, а также положительные отзывы клиентов. В S1720 доступны разнообразные функции защиты трафика, имеется возможность устанавливать приоритеты при передаче голоса и видео, управление по протоколу SSH и SSL с поддержкой IPv6. S1720 содержит 24 RJ-45 порта 10/100/1000 Мбит/с и 4 совмещенных SFP-слота для оптических интерфейсов. Коммутационная скорость до 128 Гбит/с, скорость передачи 42 мил. пакетов в секунду. Функция управления трафиком дает возможность контроля полосы пропускания. Несанкционированный доступ к сети блокируется за счет протокола авторизации 802.1x или по списку ACL.

Уровень агрегации будет создан на базе коммутаторов S5720 [28], относящиеся к управляемым коммутаторам уровня L2+. Эта модель обладает 10G uplink интерфейсами, что обеспечит максимальное качество работы сети, а также:

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

Ядро сети – маршрутизатор фирмы HP 5820-24XG-SFP+ [29], имеющий дополнительные функции:

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

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

- 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 дает возможность внедрять разные службы на уровне всей сети и совмещать устройства, при этом развертывание фрагментов становится проще и уменьшаются расходы на энергопотребление и размещение оборудования в стойках.

Для того, чтоб увеличить надежность сети планируется установить два таких маршрутизатора, чтобы в случае аварийной ситуации сеть не выходила из строя.

Голосовой Шлюз SMG-2016 [30] 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, Open-TV).

заинтересуют абонентов различных возрастов. [32]. На рисунке 4.1 представлена схема спроектированной сети связи в микрорайоне Коммунарка.

Сервер тарификации, учета стоимости и аутентификации. Эти системы необходимы в первую очередь для выставления счета абоненту за использование услуг. Сервер должен вести учет по всем абонентам и хранить

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

информацию достаточно длительное время. Задача аутентификации заключается в проверке принадлежности абонента к сети и разрешения на пользование услугами. Такие системы достаточно распространены в настоящее время, в проекте для выполнения этих функций будем использовать программы Carbon Billing 5 и Carbon Campus Server .

Оборудование для МСС следует выбирать исходя из соотношения цена/качество, а также желательно реализовать фрагменты сети на базе оборудования одного оператора, чтобы избежать проблем с совместимостью.

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

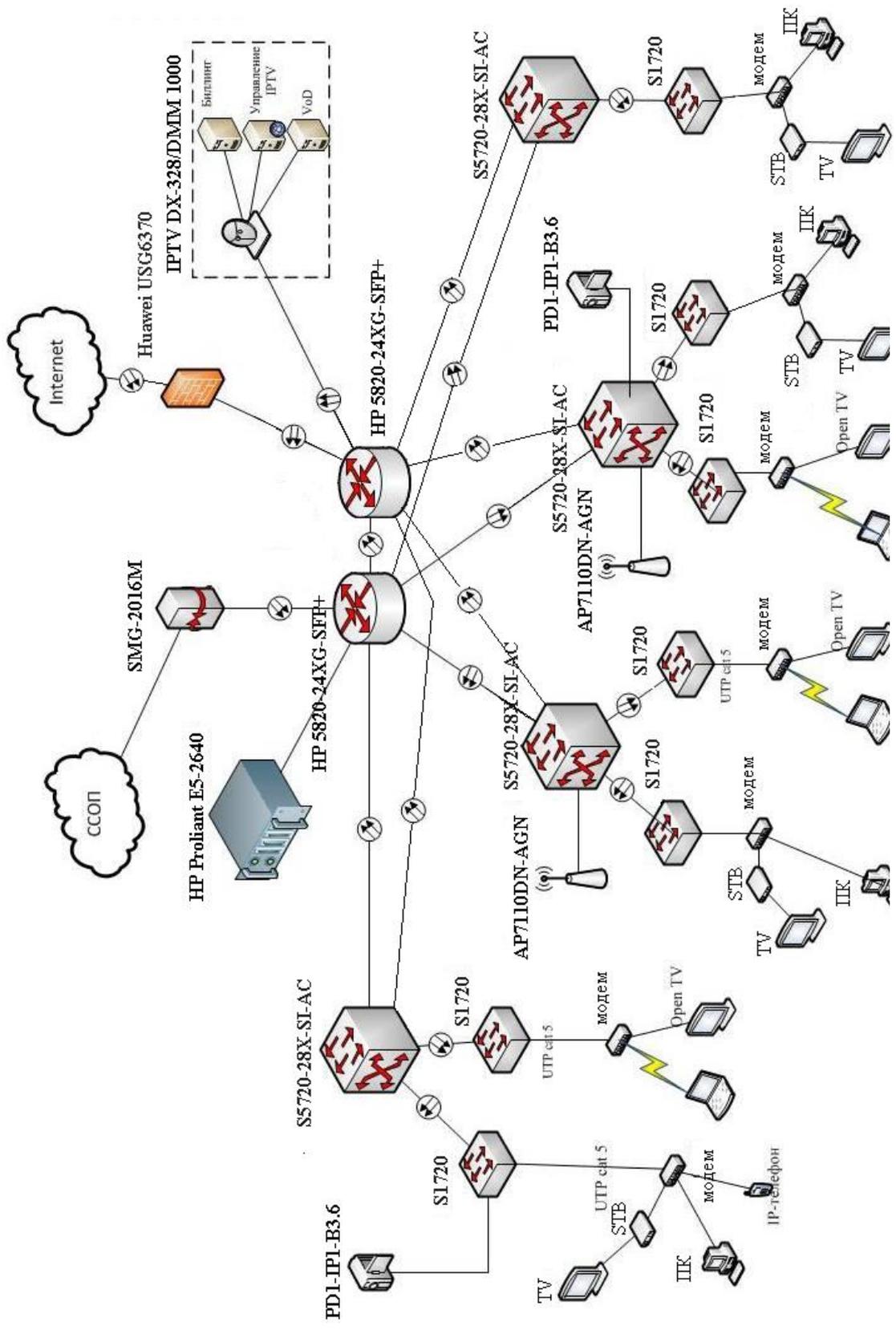


Рисунок 4.1 – Проект сети связи микрорайона Коммунарка.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.954.ПЗВКР

Для отказоустойчивости сеть будет построена по топологии звезда, т.е. каждый агрегатор подключается к маршрутизатору через 10 Гбит/с индивидуальный интерфейс. На такую реализацию будут необходимы 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 полагает прокладку 600 м оптического кабеля по территории квартала и еще 8400 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 ДОЛ-П-08А-2,7кН [33].

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, защищенных от внешних воздействий и грызунов, рабочая температура составляет 50°С...+50°С, температура монтажа равна 10°С...+50°С, температура транспортировки и хранения – 50°С...+50°С. Минимальный радиус изгиба кабеля должен быть не менее 20 диаметров кабеля, срок службы составляет 25 лет, срок гарантийной эксплуатации – 2 года. На рисунке 4.2 представлен план прокладки волоконно-оптического кабеля в грунте по территории микрорайона Коммунарка.

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

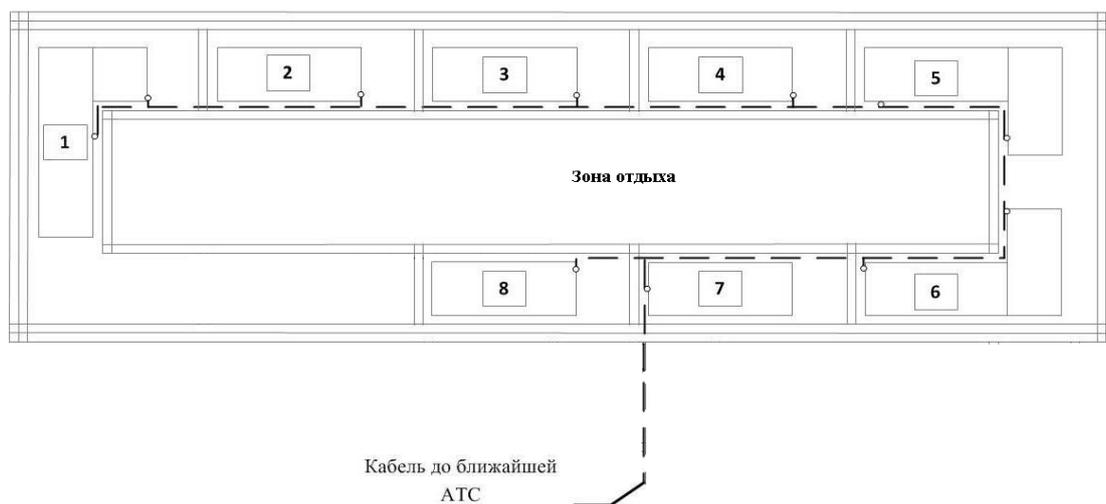


Рисунок 4.2 – Ситуационная схема трассы прокладки кабеля.

Белый круг на рисунке – точка ввода оптического кабеля в дом. Также на схеме отмечены точки беспроводного доступа и место их включения.

Коммутаторы доступа размещаются на технических этажах (если такие предусмотрены в доме) 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. На рисунке 4.3 изображен план расположения оборудования в доме на примере большого трехэтажного дома, который состоит из трех секций.

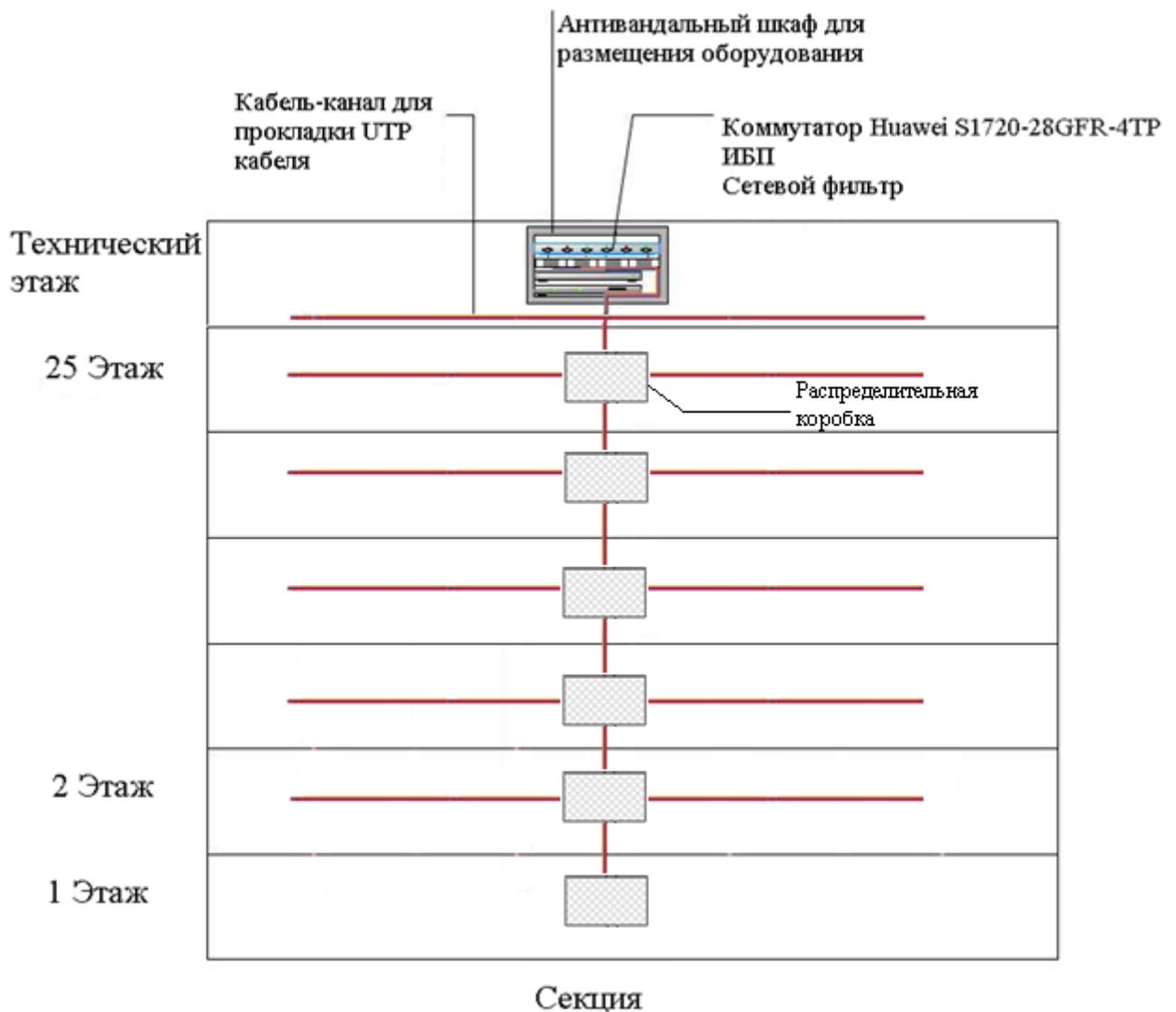


Рисунок 4.3 – План размещения оборудования доступа в жилом доме

Ответственность за целостность оборудования и кабельных систем поручена управляющей компании, обслуживающей дом. Провайдер обязан предоставить услугу в достаточном объеме, а далее следить за стабильностью ее предоставления. При неисправности оборудования провайдер должен в ближайшие сроки провести его замену, при обнаружении повреждений кабеля – обязан их устранить, в том случае если поломка произошла по вине абонента или иных лиц, то кабель восстанавливается за счет личных финансовых средств абонента. На рисунке 4.4 представлен пример подключения абонентских устройств на этаже.

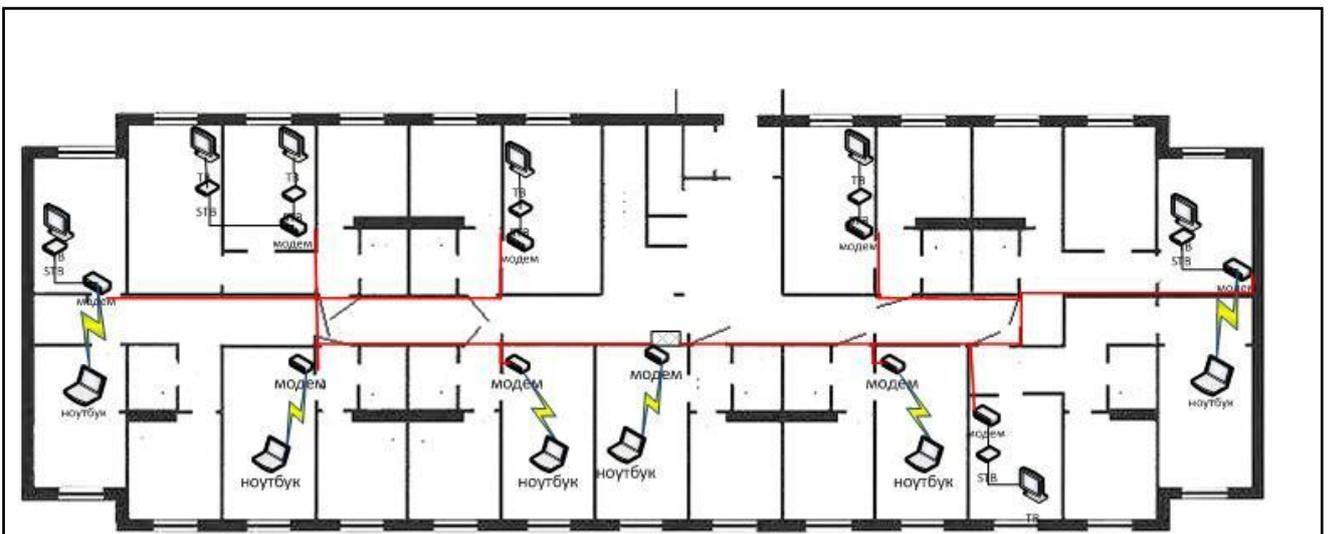


Рисунок 4.4 – Варианты подключения абонентского оборудования

Красная линия на рисунке 4.4 – специальный кабель-канал для прокладки медного кабеля UTP. Кабель-канал монтируется так, чтобы не создавать помеху другим кабельным системам. Заводится кабель в квартиру к 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, предположительно на АТС т.к. оно выполняет все необходимые технические нормы, или в необслуживаемых помещениях на территории квартала.

Дополнительная услуга на территории квартала – видеонаблюдение. На домах располагается 2 камеры. Этим камер более чем достаточно для слежения за прилегающей к домам территории.

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/>

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Таблица 5.1 – Капитальные вложения в оборудование и материалы

№ п/п	Наименование	Кол-во единиц	Стоимость, руб.	
			за единицу	всего
1	Коммутатор Huawei S1720-28GFR-4TP	94	20 747	1950218
2	Коммутатор Huawei S5720-28X-SI-AC	4	98 849	395396
3	Точка доступа Huawei AP7110DN-AGN	2	62 174	124348
4	Голосовой шлюз SMG-2016M	1	168 017	168017
5	Маршрутизатор HP 5820-24XG-SFP+	2	723588	1447176
6	Биллинг Carbon Billing	1	140 000	140000
7	Система авторизации Carbon Campus Server	1	130 000	130000
8	DMM-1000 и DX-328	1	189861	189861
9	Межсетевой экран Huawei USG6370	1	147 026	147 026
10	HP 646902-421 Proliant DL360p Gen8 E5-2640	1	314 328	314328
11	Коннекторы RJ-45	5000	3	15000
12	Антивандалные шкафы	10	8 100	81 000
13	Стойка 19U	2	2 850	5700
14	ИБП UPS 400VA FSP	100	2 150	215000
15	Сетевой фильтр	100	1 050	105000
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-V3.6 v.2.0.2 Купольная 1Мп IP-камера	16	2400	38400
				Итого: 5721470

Капитальные затраты на оборудование рассчитываются по формуле:

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

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

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}).

$$K_{обор} = K_{np} + K_{тр} + K_{смр} + K_{м/у} + K_{зср} + K_{нпр} = \\ (1 + 0,04 + 0,2 + 0,05 + 0,03) * 5721470 = 7552340 \text{ руб}$$

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
Кабель оптический ДОЛ-П-08А-2,7кН	9000	39,27	353430
Кабель UTP cat5	90 000	4,5	405000
Итого: 758 430			

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;

$$K_{лкс} = 9000 * 150 + 2184 * 400 = 1350000 + 873600 = 2223600$$

Монтаж кабельных систем ложится на организацию подрядчика. Стоимость работ составляет 400 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:

$$KB = 7552340 + 758430 + 2223600 = 10534370 \text{ руб.}$$

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.

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 (таблице 5.3.):

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Таблица 5.3 – Состав персонала

Наименование должности	Оклад	Количество, чел.	Сумма з/пл, руб.
Инженер	50000	2	100000
Системный администратор	40000	1	40000
Монтажник	25000	2	50000
Итого		5	190 000

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.

$$\text{ФОТ} = 190000 * 12 = 2280000 \text{ руб.}$$

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

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

$$\text{ФОТ} = 190000 * 0,3 * 12 = 684000 \text{ руб.}$$

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:

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

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

где T – стоимость оборудования;

F – срок службы оборудования.

$$AO = 5379770/10 = 537977 \text{ руб.}$$

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 стационарного оборудования:

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

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

$P = 5$ кВт – суммарная мощность установок.

Значит, затраты на электроэнергию составят

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

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

$$Z_{МВ} = 0 \quad (5.6)$$

Следовательно, общие материальные затраты составляют:

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

Прочие расходы.

Прочие расходы предполагают общие производственные ($Z_{пр.}$) и

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

эксплуатационно-хозяйственные затраты ($Z_{эк.}$):

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

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

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

$$Z_{np} = 0,05 * 2280000 = 114000 \text{ , руб.}$$

$$Z_{эк} = 0,07 * 2280000 = 159600 \text{ , руб.}$$

Таким образом, вычисляются прочие расходы:

$$Z_{прочие} = 114000 + 159600 = 273600 \text{ , руб.}$$

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	2280000
2. Страховые взносы	684000
3. Амортизационные отчисления	537977
4. Общие материальные затраты	197100
5. Прочие расходы	273600
6. Аренда канала для ПД	1500000
Итого:	5472677

5.3 Определение доходов от основной деятельности

Существует два вида доходов провайдера от предоставления услуг населению – единоразовые (оплата за подключение услуги) и периодические

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

(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	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица
1	1089	76	551	76	329	76	73	0
2	682	0	358	0	156	0	73	0
3	413	0	183	0	170	0	74	0
Всего абонентов	2184	76	1092	76	655	76	220	0

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: юридические лица - 1500, физические лица – 400 за 40 Мбит/с; услуга IP-TV: юридические лица - 800, физические лица - 150; услуга IP-телефония: юридические лица - 600, физические лица – 100 (цены указаны в рублях). Примем во внимание, что услугой видео по запросу абоненты будут пользоваться активно и тратить на это будут около 100 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	778850	9346200
2	349400	4192800
3	217050	2604600

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 10%. 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	16007047	16007047	-16007047
1	9346200	8496545	5472677	20982208	-12485663
2	13539000	19685801	5472677	25505081	-5819280
3	16143600	31814727	5472677	29616784	2197943
4	16143600	42841023	5472677	33354696	9486327
5	16143600	52864928	5472677	36752798	16112130
6	16143600	61977569	5472677	39841981	22135588
7	16143600	70261788	5472677	42650330	27611458

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:

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

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

$$PP = 3 + 5819280 / (5819280 + 2197943) = 3,7 = 3 \text{ года } 7 \text{ месяцев}$$

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:

$$PI = 42841023 / 33354696 = 1,28 = 12,8\%$$

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 целесообразности решений

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

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:

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

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: $i_1=10$, при котором $NPV_1 = 2197943$ руб.; $i_2=17$ при котором $NPV_2 = -141175$ руб.

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

$$IRR = 10 + 2197943 / (2197943 - (-141175)) * (17 - 10) = 16.6$$

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

В итоге, внутренняя норма доходности проекта равна 16,6 %, что больше цены капитала, которая рассматривается в качестве 10%, следовательно, проект можно принять.

Таблица 5.8 – Основные технико-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Значения показателей
Объем капитальных вложений в проект, руб.	10534370
Годовые эксплуатационные расходы, руб., в том числе:	5472677
ФОТ	2280000
Страховые взносы	684000
Амортизационные отчисления	537977
Общие материальные затраты	197100
Прочие расходы	273600
Аренда канала для ПД	1500000
Численность персонала по обслуживанию линейного тракта, чел.	5
Количество абонентов, чел.	2184
Срок окупаемости	3 года 7 месяцев
Рентабельность	12,8%
Внутренняя норма доходности	16,6%

Вывод к главе 5:

Вычисление экономических показателей проекта дают понять инвестиционную привлекательность проекта в целом. Окупаемость проекта составит 3,7 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.

6.1 Меры по охране окружающей среды [34,35, 39]

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.

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.

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

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

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

6.2 Техника безопасности и охрана труда на предприятиях связи [36-38,40]

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.

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.).

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

Описаны 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 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 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.

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При создании проекта были разработаны рекомендации по построению мультисервисной сети на территории микрорайона Коммунарка. 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 до АТС.

Сеть построена по архитектуре FTTB на базе технологии Fast Ethernet. Общее количество абонентов в микрорайоне составило 2184, 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 Huawei, 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 10534370 рублей. Годовые затраты по эксплуатации 5472677 рублей, проект будет приносить прибыль на 3 году 7 месяце эксплуатации, рентабельность 12,8 %.

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.

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Электронный ресурс микрорайона Коммунарка / [Электронный ресурс] /Режим доступа - <http://www.vkommunarke.ru/> (дата обращения 25.02.2017)
2. Информационный ресурс / [Электронный ресурс] /Режим доступа - <http://www.uslugi-moscow.ru/> (дата обращения 28.02.2017)
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.

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

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. Проблемы VDSL [Электронный ресурс] /Режим доступа - <http://www.skomplekt.com/tools/4870079.html> (дата обращения 10.03.2017)

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

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

16. Обзор технологии VDSL2 /[Электронный ресурс] /Режим доступа - <http://admin-gu.ru/network/obzor-tekhnologii-vdsl-vdsl2> (дата обращения 12.03.2017)

17. Обзор технологии VDSL2 /[Электронный ресурс] /Режим доступа - <http://citforum.ru/nets/hard/vdsl2/> (дата обращения 12.03.2017)

18. Обзор технологии PON / [Электронный ресурс] /Режим доступа - <http://www.ixbt.com/comm/zyxel-gepon.shtml> (дата обращения 15.03.2017)

19. Обзор технологии PON / [Электронный ресурс] /Режим доступа - <http://www.skomplekt.com/technology/pon> (дата обращения 15.03.2017)

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

21. 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

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

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

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

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

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

26. Технические характеристики точки доступа Huawei AP7110DN-AGN [Электронный ресурс] /Режим доступа [http://e.huawei.com/ru/products/enterprise-networking/wlan/indoor access points/ap7110](http://e.huawei.com/ru/products/enterprise-networking/wlan/indoor%20access%20points/ap7110) / (дата обращения 15.04.2017)

27. Технические характеристики коммутатора S1720 [Электронный ресурс] /Режим доступа [http://e.huawei.com/ru/products/enterprise networking/switches/soho-smb-switches/s1700](http://e.huawei.com/ru/products/enterprise%20networking/switches/soho-smb-switches/s1700) / (дата обращения 15.04.2017)

28. Технические характеристики коммутатора S5720 [Электронный ресурс] /Режим доступа - <http://e.huawei.com/ru/products/enterprise-networking/switches/campus-switches/s5720-ei-model> (дата обращения 15.04.2017)

29. Технические характеристики маршрутизатора HP 5820-24XG-SFP+ [Электронный ресурс] /Режим доступа - <http://www.curvesales.com/HP-5820-Switch-Series.asp> (дата обращения 17.04.2017)

30. Технические характеристики SMG-2016M [Электронный ресурс] /Режим доступа - <http://eltex-msk.ru/catalog/voip/digital-gateways/gibridnaya-platforma-smg-2016.html> (дата обращения 19.04.2017)

31. Технические характеристики биллинговой системы Carbon Billing 5 и Carbon Campus Server [Электронный ресурс] /Режим доступа <http://www.carbonsoft.ru/carbon-campus-server> (дата обращения 19.04.2017)

32. Технические характеристики системы IP-TV на основе DMM-1000 и DX 328A [Электронный ресурс] /Режим доступа <http://www.dvbc.ru/index.php/solutions> (дата обращения 20.04.2017)

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

33. Технические характеристики кабеля ДОЛ-П-08А-2,7кН [Электронный ресурс] /Режим доступа - <https://www.ssd.ru/kabel-dol-p-08u-1kh8-2-7-kn> (дата обращения 22.04.2017)

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

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

36. 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] /Режим доступа - <http://www.referent.ru/1/35512> (дата обращения 05.05.2017)

37. Постановление от 8 февраля 2000 г. N 14 «Об утверждении рекомендаций по организации работы службы охраны труда в организации» [Электронный ресурс] /Режим доступа - www.government-nnov.ru/?id=71330 (дата обращения 05.05.2017)

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

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

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

					11070006.11.03.02.954.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73