

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 СЕТИ АБОНЕНТСКОГО ДОСТУПА ПО
ТЕХНОЛОГИИ FTTB В С.КОЩЕЕВО БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Выпускная квалификационная работа
обучающегося по направлению подготовки 11.03.02
Инфокоммуникационные технологии и системы связи
очной формы обучения группы 07001410
Счастливенко Владислава Александровича

Научный руководитель:
Старший преподаватель
кафедры
Информационно-
телекоммуникационных
систем и технологий
НИУ «БелГУ» Лихолоб П.Г.

Рецензент
начальник участка систем
коммутации №1 Белгородского
филиала ПАО «Ростелеком»
Тельбуков Д.Ф.

БЕЛГОРОД 2018

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

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ
Направление 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
Профиль Сети связи и системы коммутации

Утверждаю
Зав. кафедрой

« ____ » _____ 2018 г.

ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

Счастливенко Владислава Александровича
(фамилия, имя, отчество)

1. Тема ВКР «Проектирование сети абонентского доступа по технологии FTTB в с.Кощеево Белгородской области»

Утверждена приказом по университету от « ____ » _____ 2018 г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченной работы ____.

3. Исходные данные:

объект проектирования – село Кощеево Белгородской области;

тип сети связи – проводная широкополосная сеть абонентского доступа;

количество абонентов – 214

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

4.1. Анализ существующей сети с.Кощеево

4.2. Создание инфокоммуникационной инфоструктуры с.Кощеево

4.3. Расчетная часть

4.4. Расчет объема оборудования

4.5. Технико-экономическое обоснование проекта

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

5. Консультанты по работе с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал	Задание принял
4.1. –4.4, 4.6.	<i>старший преподаватель каф. ИТСиТ Лихолоб П.Г.</i>		
4.5.	<i>канд. техн. наук доцент каф. ИТСиТ Болдышев А.В.</i>		

Дата выдачи задания _____

Руководитель

*старший преподаватель
кафедры Информационно-телекоммуникационных
систем и технологий», доцент
НИУ «БелГУ» _____ П.Г.Лихолоб*
(подпись)

Задание принял к исполнению _____
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СЕТИ С.КОЩЕЕВО.....	5
1.1. Анализ экспликации объекта.....	5
1.2. Постановка задачи проектирования.....	8
2.СОЗДАНИЕ ИНФОКОММУНИКАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ С.КОЩЕЕВО.....	10
2.1. Выбор сетевых технологий.....	10
2.2. Разработка концепции реализации сети.....	12
3. РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ.....	14
3.1. Расчет нагрузок на сетевой узел.....	14
3.2. Расчет трафика телефонии.....	16
3.3. Расчет трафика IP-TV.....	18
3.4. Расчет пропускной способности для доступа к сети Интернет.....	21
4. РАСЧЕТ ОБЪЕМА ОБОРУДОВАНИЯ.....	26
5. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА.....	31
5.1. Расчет капитальных вложений на оборудование и строительно-монтажные работы.....	31
5.2. Расчет эксплуатационных расходов.....	33
5.3. Определение доходов от основной деятельности.....	37
5.4. Определение оценочных показателей.....	39
6. МЕРЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ОХРАНЫ ТРУДА, ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	46
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	47

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Счастливиенко В.А.			Проектирование сети абонентского доступа по технологии FTTH в с.Кошеево Белгородской области	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Лихолоб П.Г.					2	48
Рецензент		Тельбуков Д.Ф.				НИУ «БелГУ» гр.07001410		
Н.Контр.		Лихолоб П.Г.						
Утвердил		Жиляков Е.Г.						

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день развитая телекоммуникационная инфраструктура считается одним из главных аспектов комфортного проживания людей на территории того или иного населенного пункта. Развитая телекоммуникационная структура способна обеспечить жителей широким спектром мультисервисных услуг, при этом отвечать требованиям надежности и скорости работы узлов.

Село Кошеево – расположено на северо-западе Корочанского района Белгородской области, в 70 км от областного центра города Белгорода и в 15 км от районного центра города Корочи [1].

Сегодня доступ в сеть Интернет в данном населенном пункте, осуществляется по технологии ADSL и VDSL, но данные технологии не могут в полной мере обеспечить предоставление мультисервисных услуг с заданным качеством, потому что на данный момент созданы более новые технологии, обеспечивающие доступ к более скоростной и качественной связи, а также доступ в сеть Интернет. Так как имеются многоквартирные дома, то в них будет более целесообразно предоставлять услуги по более высокоскоростной и качественной технологии FTTB. Поэтому темой данной дипломной работы будет «Построение сети абонентского доступа по технологии FTTB в селе Кошеево Белгородской области».

Целью проекта является разработка сети абонентского доступа в селе Кошеево Белгородской области на основе современных технологий предоставления услуг связи.

Для достижения поставленной цели необходимо изучить следующие задачи:

- Анализ существующей сети связи;
- Выбор варианта реализации новой сети связи
- Расчет трафика, генерируемого абонентами сети;
- Выбор оборудования, необходимого для реализации сети связи;
- Расчет объема оборудования и линейно-кабельных сооружений;

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		3

- Разработка рекомендации по строительству сети связи;
- Технико-экономическое обоснование проекта;
- Разработка требований к охране труда, технической безопасности и экологической безопасности проекта.

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		4

1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СЕТИ С.КОЩЕЕВО.

1.1 Анализ экспликации объекта

Село Кошеево Белгородской области, перспективный населенный пункт. Численность население составляет 1595 человек, площадь сельского поселения составляет 117 км. Основной род деятельности населения, связан с отраслями сельского хозяйства, здесь расположены филиалы довольно крупных комплексов, таких как Агропромышленный холдинг «Мираторг», ООО «Молоко», ОАО «Агропром-Инвест», ООО «Корочанские сады», ООО «Корочанский плодпитомник» [2].



Рисунок 1.1 – Схема села Кошеево

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		5

Для разработки мультисервисной сети, необходимо произвести анализ существующей сети связи, это необходимо для выбора таких аспектов как:

- Виды предоставляемых услуг;
- Требования к проектируемой сети абонентского доступа;
- Технология построения сети

Населенный пункт состоит из 530 частных домовладений, шести многоквартирных домов, трех магазинов, школы, библиотеки, дома культуры, администрации, ветеринарной клиники, медицинского пункта.

Дома №1,2 – это кирпичные дома , 2 этажные(количество подъездов 5) количество квартир – 80

Дом №3 – это монолитный многоквартирный дом, 5 этажный (количество подъездов 4) общее количество квартир -80.

Дома № 4,5,6 – это типовые многоквартирные дома, 3 этажные(количество подъездов 1) количество квартир – 18.

При проектировании сети связи в данном дипломном проекте будет делаться акцент на дальнейший рост абонентов.

Для построения сети абонентского доступа, был проведен анализ потребности абонентов, которым будет предоставлен высокоскоростной интернет. Учитывая то, что не все абоненты, проживающие в населенном пункте, будут подключены к проектируемой сети, то, следовательно, не предоставляется возможным обеспечить 100% проникновения. Потенциальных абонентов около 350, из них 90 предоставляется ШПД по технологии ADSL и 214 абонентов по технологии FTTB, что составит примерно 63% всех абонентов.

Каждый вид предоставляемой услуги имеет различный спрос, относительно друг друга. Нету уверенности, что абоненты будут использовать на 100% все услуги, но предположим, что услуги будут иметь следующий процент проникновения: Интернет – 94%, IP-TV – 63%, IP телефония – 42%. Количество потенциальных абонентов, которые пользуются предлагаемыми услугами, представлено в таблице 1.1.

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		6

Таблица 1.1 - Исходные данные проектируемой сети

Общее количество вероятных абонентов	Вид предоставляемых услуг		
	IP-телефония	Internet	IP TV
214	90	200	135

Основным провайдером, предоставляющим мультисервисные телекоммуникационные услуги, является ПАО «Ростелеком». Для построения сети абонентского доступа по технологии FTTB в данном населенном пункте, нам необходимо взять в аренду канал у ПАО «Ростелеком», на ближайшей АТС поставить необходимое оборудование, такое как Сервер BRAS, Сервер биллинга и коммутатор агрегации. Ближайшая АТС находится на улице Центральная 38 на расстоянии около 1,2км. Рисунок 1.2.

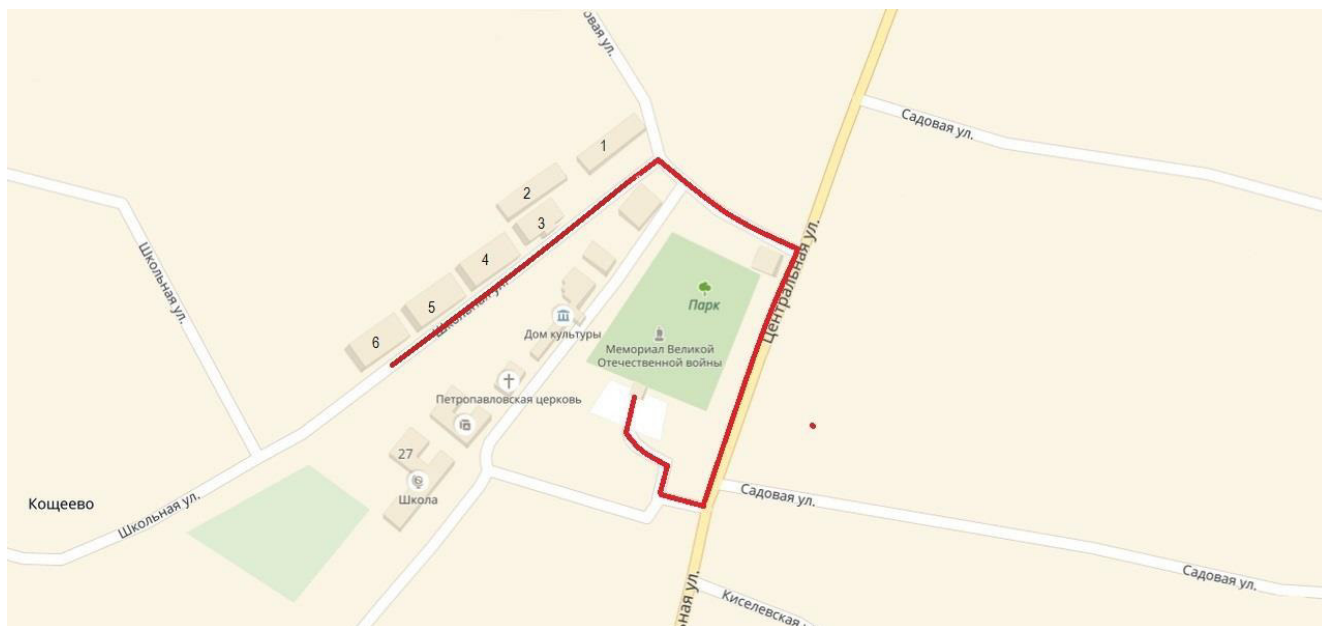


Рисунок 1.2 – Местоположение ближайшей АТС в с.Кощеево

Для того чтобы иметь представление о количестве потенциальных абонентов, нам необходимо ознакомиться с количеством домов, количеством квартир и подъездов. В таблице 1.2 приведены данные о количестве домов.

Таблица 1.2 - Данные о многоквартирных домах

Объект	Описание объекта	Количество этажей	Количество подъездов	Общее количество квартир
Дом №1	Кирпичный многоквартирный дом	2	4	40
Дом №2	Кирпичный многоквартирный дом	2	4	40
Дом №3	Монолитный многоквартирный дом	5	4	80
Дом №4	Типовой многоквартирный дом	3	1	18
Дом №5	Типовой многоквартирный дом	3	1	18
Дом №6	Типовой многоквартирный дом	3	4	18

Так как в населенном пункте уже имеются частичные кабельные канализации, то это нам уменьшит расходы для прокладки кабеля к жилым домам.

1.2 Постановка задачи проектирования

Первым этапом проектирования сети абонентского доступа является определение целей проектирования. Для этого были выделены следующие важные аспекты, такие, как:

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		8

- Функциональность и стабильность работоспособности. Планируемая сеть должна, в первую очередь, работать и удовлетворять потребности пользователей, обеспечивать связь с надлежащей скоростью и надежностью.
- Гибкость и масштабируемость. Сеть должна обладать способностью к росту без каких-либо значительных изменений общего ее устройства. Это одно из важных требований, так как проект рассчитан на дальнейшее увеличение абонентов.
- Управляемость. Проектируемая сеть должна быть разработана так, чтобы было возможно осуществить контроль и управление, тем самым, гарантировать ее стабильную работоспособность.
- Адаптируемость. Сеть должна быть разработана так, чтобы в будущем было возможно внедрение технологических новшеств. Из этого следует, что при проектировании сети должны быть учтены технологии будущего, а сама сеть должна исключать в своем составе элементы, которые бы ограничивали ее усовершенствование.

Требования, предъявляемые к оборудованию:

- Скорость монтажа и подключения абонентов к сети
- Возможность предоставления новых услуг без больших затрат
- Удаленное управление оборудованием
- Малые габариты и затраты на энергоресурсы
- Обеспечения резервного питания, для бесперебойной работы

При соблюдении приведенных требований, создаваемая сеть способна в полном объеме удовлетворять потребности пользователей и составлять конкуренцию иным провайдерами.

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

2 СОЗДАНИЕ ИФОКОММУНИКАЦИОННОЙ ИНФОСТРУКТУРЫ С.КОЩЕЕВО

2.1 Выбор сетевых технологий

При проектировании той или иной сети связи, нужно выбирать оптимальный вариант ее реализации. Это необходимо для расчета затрат проектирование и строительство сети, перечень услуг, которые предоставляются абонентами и обеспечивает возможность роста или же модернизацииак сети.

На сегодняшний день востребованными системами доступа считаются:

- Системы, основанные на технологиях семейства xDSL;
- Комбинируемые системы с использованием волоконно-оптических и коаксиальных кабелей (HFC, Hybrid Fixed/Coax);
- Волоконно-оптические системы доступа;
- Системы радиодоступа (Wi-Fi, WiMAX и пр.).

Для построения сети абонентского доступа в с.Кощеево в районе многоквартирных домов, более оптимальным видом считается применение волоконно-оптической системы доступа и технологии FTTB.

Технология FTTB расшифровывается как “Fiber-To-The-Building” (“Оптика до дома”). Провайдером оптоволокно проводится к многоквартирному дому, Далее входит в коммутатор, как правило коммутатор устанавливается в подъезде или на чердачном помещении дома, а от него идет уже к абонентам в виде витой пары.

Особенностями технологии являются:

Повышенная надежность. Исходя из практического опыта, максимальное число отказов приходится именно не на волоконно-оптические линии связи, а на коаксиальные сети. В зависимости, от наличия каскадного включения одного из усилителей, к примеру, усилитель на подъезд, вероятность отказа будет являться невысокой.

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		10

Простота построения параллельных цифровых сетей. Одно из наиважнейших достоинств FTTB технологии. В этом случае под параллельную цифровую сеть выделяется отдельное оптоволокно (вместо жилы под обратный канал).

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

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

Возможность использования экономичных ОУ. Достигается это за счет простого факта, что вслед за ОУ устанавливается мощный домовый усилитель следовательно, к выходному каскаду ОУ не предъявляется жестких требований как по коэффициенту усиления, так и по выходному уровню.

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

В зависимости от реализации технологии, скорость доступа в сеть Интернет, может составлять до 10 или 100 Мбит в секунду. При этом пропускная скорость оптоволоконного канала до коммутатора может составлять от 1 до 10 Гбит в

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		11

секунду. Данная технология используется сейчас огромным количеством провайдеров, как мелких, так и очень крупных.

Качественное отличие данной технологии от технологий ADSL – симметричный канал, т.е. скорость отдачи и приема равны, что является большим плюсом для пользователей.

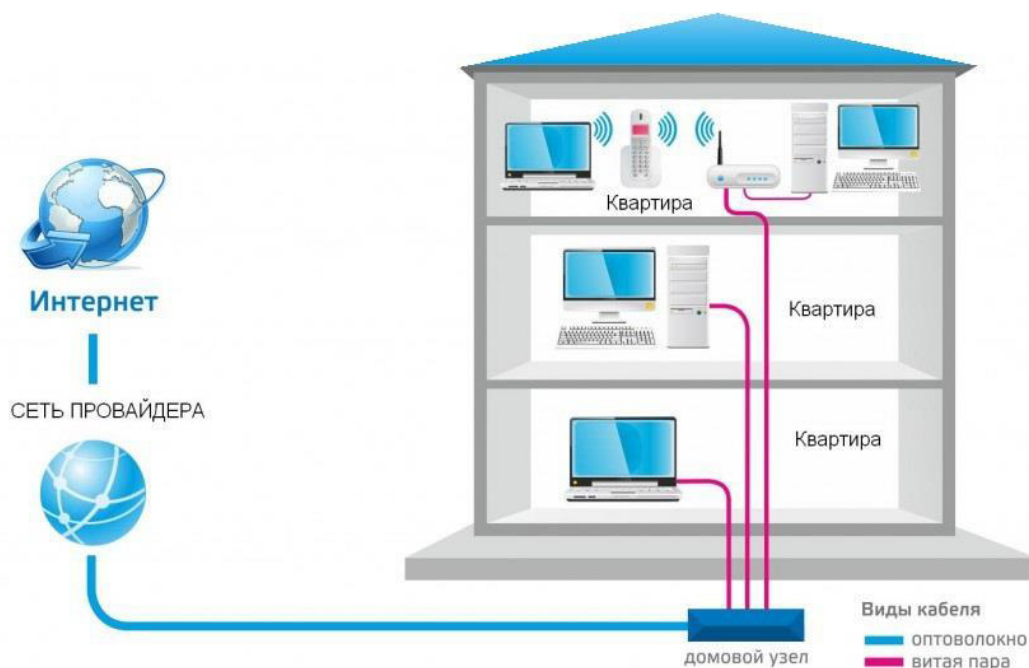


Рисунок 2.1 – Пример построения сети с помощью технологии FTTH

Таким образом, мы видим, что технология FTTH является более выгодной для многоквартирных домов в использовании, как с точки зрения экономической составляющей, так и с точки зрения высоких технических параметров.

2.2 Разработка концепции реализации сети

Для эффективной работы мультисервисной сети и удовлетворения потребностей абонентов, реализуемая сеть должна являться тщательно продуманной последовательностью действий, включающих в себя:

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		12

1. Сбор требований и ожидания пользователей.

К реализуемой сети абонентского доступа с.Кощеево необходимо, чтобы она оказывала доступ к требуемым абонентами услугам. Это требуется для удовлетворения информационных потребностей абонентов и следовательно, служит дополнительным источником дохода для провайдера.

Предоставление абонентам цифрового телевидения в рамках существующей сети связи так же даст возможность сократить расходы абонентов на подключение и установку дополнительного оборудования для приема ТВ-программ, а так же создаст дополнительный доход провайдеру. Пользователи получают возможность использования интерактивного телевидения, просмотр каналов в режиме высокой четкости и прочие возможности.

2. Анализ требований.

В процессе исследования требований к проектируемой сети было установлено, что следует создать такую МСС, которая обладала бы доступом к сети общего пользования и нужной пропускной способностью, чтобы обеспечивать абонентов требуемыми услугами.

3. Документирование логической и физической реализации сети. Документирование производится для правильной физической реализации сети микрорайона. Данная процедура дает возможность изобразить проектируемую сеть связи на разных логических уровнях с учетом всех норм и требований, предъявляемых к проектируемым сетям связи.

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		13

3 РАСЧЕТ НАГРУЗОК И КОЛИЧЕСТВА НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ

3.1 Расчет нагрузок в мультисервисной сети

Под понятием абонент, подразумевается не только конкретный человек, но и абонентское устройство – точка подключения абонента. Вычисление требуемой нагрузки и пропускной способности сети производится, принимая во внимание скорость доступа и процент пользователей, пользующиеся предоставленными услугами в час максимальной нагрузки. Ниже в таблице 3.1 приведены значения основных параметров для расчета.

Таблица 3.1 - Значения параметров

Параметр	Обозначение	Значение
1	2	3
2. Число абонентов сети:	<i>NS</i>	214
3. Отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во входящем потоке; %	<i>OHD</i>	10
4. Отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине в исходящем потоке; %	<i>OHU</i>	15
5. Процент абонентов Triple Play: - находящихся в сети в ЧНН; % - одновременно принимающих или передающих данные; % - одновременно пользующихся услугами IP-TV; %	<i>DAAF</i> <i>DPAF</i> <i>IPVS AF</i>	90 70 60
6. Услуга передачи данных: 6.1 Пропускная способность сети для передачи данных к абоненту:		

Окончание таблицы 3.1

1	2	3
- средняя пропускная способность; Мбит/с	<i>A DBS</i>	25
- пиковая пропускная способность; Мбит/с	<i>P DBS</i>	50
6.2 Пропускная способность сети для передачи данных от абонента:		
- средняя пропускная способность; Мбит/с	<i>A UBS</i>	20
- пиковая пропускная способность Мбит/с	<i>P UBS</i>	40
7. Услуга IP-TV:		
- проникновение услуги; %	<i>IPVS MP</i>	60
- количество сессий на абонента;	<i>IPVS SH</i>	1,3
- режим Unicast; %	<i>IPVS UU</i>	30
- режим Multicast; %	<i>IPVS MUM</i>	70
- потоки Multicast; %	<i>IPVS MU</i>	70
- количество доступных каналов в рамках пакета;	<i>IPVS MA</i>	120
- скорость видеопотока; Мбит/с	<i>V SB</i>	6
- запас на вариацию битовой скорости	<i>S VBR</i>	0,2

Количество сетевых узлов (СУ) для подключения абонентов Triply Play – 11 коммутаторов.

За один сетевой узел принимается коммутатор доступа, располагающийся в доме. Рассчитаем количества коммутаторов и их тип, которые, в будущем, будут установлены в каждом многоэтажном доме.

Для подключения всех абонентов к сети будет необходимо закупить 11 коммутатора. А оставшиеся свободные порты будут применены для резервирования.

3.2 Расчет трафика телефонии

Спрос на услугу IP-телефонии составляет 63%, для более удобного подсчета будем допускать, что абоненты равномерно распределены по всем коммутаторам:

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

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

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

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

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

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

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

Длину пакета можно определить формуле (3.3):

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

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

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

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		16

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		17

3.3 Расчет трафика IP-TV

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

$$IPVS\ Users = AVS * IPVS\ AF * IPVS\ SH, \text{ аб} \quad (3.6)$$

где AVS – количество абонентов на СУ, подключенных к услуге,

$IPVS\ AF$ – процент абонентов, пользующихся услугами IP TV одновременно в ЧНН,

$IPVS\ SH$ – коэффициент, показывающий, сколько различных программ одновременно принимается в одном доме.

$$IPVS\ Users = [24 * 0,9] * 0.6 * 1.3 = 17, \text{ аб}$$

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

$$IPVS\ US = IPVS\ Users * IPVS\ UU * UUS, \text{ потоков} \quad (3.7)$$

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

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

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		18

$$IPVS\ US = 17 * 0.3 * 1 = 5, \text{ потоков}$$

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

$$IPVS\ MS = IPVS\ Users * IPVS\ MU, \text{ потоков} \quad (3.8)$$

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

$$IPVS\ MS = 17 * 0.7 = 12, \text{ потоков}$$

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

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

$$IPVS\ MSM = IPVS\ MA * IPVS\ MUM, \text{ видеопотоков} \quad (3.9)$$

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

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

Транслирование видеопотоков в IP сети может происходить с переменной битовой скоростью. Средняя скорость одного видеопотока, принимаемого со спутника, определена 6 Мбит/с. С учетом добавления заголовков IP пакетов и запаса на вариацию битовой скорости скорость передачи одного видеопотока в формате MPEG-2 составит

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		19

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

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

$SVBR$ – запас на вариацию битовой скорости,

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

$$IPVSB = 5 * (1 + 0.2) * (1 + 0.1) = 6.6 \text{ Мбит/с}$$

$$IPVSB = 12 * (1 + 0.2) * (1 + 0.1) = 15.84 \text{ Мбит/с}$$

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

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

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

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

$IPVUS$ – количество транслируемых потоков в режиме unicast,

$IPVB$ – скорость передачи одного видеопотока.

$$IPVSMNB = 12 * 6.6 = 79 \text{ Мбит/с},$$

$$IPVSUNB = 5 * 6.6 = 33 \text{ Мбит/с}.$$

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

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		20

$$IPVS\ MNB_{max} = IPVS\ MSM * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (3.13)$$

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

$$IPVS\ MNB_{max} = 84 * 6.6 = 554,4 \text{ Мбит/с.}$$

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

$$AB = IPVS\ MNB + IPVS\ UNB, \text{ Мбит/с} \quad (3.14)$$

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

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

$$AB = 79 + 33 = 112 \text{ Мбит/с.}$$

3.4 Расчет пропускной способности для доступа к сети Интернет

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

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

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

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		21

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

$$AS = 24 * 0,9 = 22, \text{ аб}$$

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

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

где AS - количество активных абонентов, аб,

$ADBS$ – средняя скорость приема данных, Мбит/с,

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

$$BDDA = (22 * 25) * (1 + 0.1) = 605 \text{ Мбит/с.}$$

Средняя пропускная способность для передачи данных

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

где AS - количество активных абонентов, аб,

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

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

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

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		22

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

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

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

$$PS = 22 * 0.7 = 15$$

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

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

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

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

Max пропускная способность для передачи данных в ЧНН

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

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

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

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		23

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

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

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

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

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

$$BDD = \text{Max}[605; 825] = 825 \text{ Мбит/с},$$

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

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

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

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

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

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

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

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

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		24

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.

$$\text{ПП}_{\text{узла}} = 0,175 + 79 + 112 + 1515 = 1706 \text{ Мбит/с.}$$

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

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

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		25

РАСЧЕТ ОБЪЕМА ОБОРУДОВАНИЯ

Для построения любой сети нужно определенное оборудование. При выборе оборудования нужно выделять основные требования к нему, такие как:

- Соответствия технических требований, к проектируемой сети;
- Соответствие стандартам;
- Наличие сертификатов качества;
- Разрешение на использование оборудования на территории РФ.

Ознакомление и выбора оборудования в 21 веке не составит большого труда, имеется множество специализированных интернет магазинов с довольно большим выбором.

Следует отметить, что у таких крупных производителей, как Cisco, Juniper, HP, Huawei, ZyXEL, Aruba и пр., модели оборудования делятся на устройства, предназначенные для малого и среднего бизнеса, крупного бизнеса, сервисных провайдеров и крупных центров обработки данных (ЦОД), соответственно и ценовой диапазон будет разный. Основной параметр, на который нужно опираться, это соотношения цена/качество. Для этого лучше строить сеть, используя оборудование одного производителя.

Уровень доступ. В многоквартирных домах будут установлены коммутаторы на 16 портов и на 24 порта.

Коммутатор QSW-2800-28T-AC V2 управляемый коммутатор уровня L2, 24 порта 10/100BASE-TX, 4 комбо-порта 10/100/1000BASE-T или 100/1000 SFP, 8K MAC-адресов, 4K VLAN, 220В AC, 12Ватт — серия интеллектуальных Fast Ethernet коммутаторов L2, предназначенных для операторов связи и городских сетей. Коммутаторы этой серии поддерживают различные функции обеспечения качества обслуживания, расширенные функции настройки сети (VPN, Voice VLAN, QinQ, N:1 VLAN Translation и т. д.), протокол защиты от колец Ethernet (G.8032), отдельное управление пропускной способностью, интеллектуальный контроль за безопасностью, функции управления и услуги класса triple-play,

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		26

которые удовлетворяют требованиям сетей операторов связи или городских сетей. Интеллектуальные коммутаторы серии QSW-2800 обладают портами 10/100 Мбит для подключения конечных устройств и портами 1000 Мбит для подключения к магистральной линии связи.

Коммутаторы серии могут быть развернуты в различных сценариях, таких как 100 Мбит до конечного устройства, в корпоративных сетях, городских сетях и различных промышленных сетях для подключения конечных пользователей или объединения клиентских устройств 10/100 Мбит соединениями.

QSW-2500-A16-AC Управляемый коммутатор L2 WEB SMART 16*10/100Base-T,220V А – это поколение L2 коммутаторов доступа операторского класса, работающих на «скорости проводов», обеспечивающих удаленное управление и развитие политики обеспечения качества обслуживания(QoS). Низкое энергопотребление, бесшумная работа, «VLAN на пользователя», ограничение скорости на порту, агрегация линков, качество обслуживания и фильтрация пакетов, интуитивно понятный Web-интерфейс управления, кнопка восстановления исходных параметров, гибкая комбинация из 5/8/16 10/100 Mbps портов доступа и 1 или 2 оптических восходящих портов, гарантирующих устойчивую работу во многих сферах применения [3].

Уровень агрегации. Функцию агрегата трафика будет выполнять управляемый коммутатор SNR-S2995G-24FX 3 уровня, 16 портов 100/1000BaseX SFP, 8 Combo портов GE, 4 порта 1/10G SFP+, RPS DC 12V. Коммутатор входит в линейку управляемых L3 коммутаторов SNR, предназначен для использования на уровне агрегации в сетях операторов связи и корпоративных клиентов.

Полностью аппаратные коммутация, маршрутизация и политики ACL гарантируют отсутствие задержек и потерь трафика. Современные ASIC обеспечивают работу на полной скорости всех портов устройства.

Наличие дополнительного разъема для подключения резервного источника питания DC 12V упрощает организацию бесперебойного питания и обеспечение коммутатора электроэнергией в полевых условиях.

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		27

Аппаратная поддержка IPv6, прошедшая сертификацию IPv6 Phase II, позволяет строить сети IPv4/IPv6 DualStack.

SNR-S2995G-24FX является идеальным решением в качестве коммутатора уровня агрегации для предоставления сервисов Triple Play в сетях операторского класса, а также для построения распределенного ядра корпоративных сетей [4].

Голосовой шлюз. Голосовой Шлюз SMG-2016 идеально подходит для организации VoIP-сетей, IP-АТС с поддержкой функций ДВО и СОРМ. Его использование способствует построению сетей связи NGN. Широкая функциональная база, отвечает современным стандартам, значительная надёжность операторского класса предоставляет возможность решать на базе SMG-2016 разного рода задачи. Шлюз включает в себя до 16 потоков E1 (ОКС7, PRI) и до 768 каналов VoIP [5].

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

Для услуги IPTV планируется закупить оборудование марки DVB-C + IPTV станции на основе DMM-1000 и DX-328 от компании DVBC. Система предлагает 160 цифровых каналов [6].

Построение сети предполагает прокладку 700 метров кабеля по территории жилых домов и 1200 метров до ближайшей АТС. Прокладываемый оптический кабель должен отвечать всем необходимым требованиям, в том числе быть подходящим для использования в кабельной канализации или грунте. В качестве главного волоконно-оптического кабеля будет использован FOTECH FO-AMT-ST-PVC-24-G.652.D-2,7 кабель с центральным оптическим модулем, состоит из 24 одномодовых волокон, диаметр кабеля 8,6 мм, Допустимое растягивающее усилие 2,7 кН.

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		28

Данная модель кабеля имеет три варианта защитной оболочки: PVC - полиэтилен, LSZH - полимер с низко дымо- и газовыделением, OFNR - материал, не распространяющий горение. Диапазон температур, предназначенных для эксплуатации составляет от -60°С до +70°С. Срок эксплуатации составляет 25 лет, срок гарантийной эксплуатации – 3 года. Цена данного кабеля составляет 51 руб за метр[7].

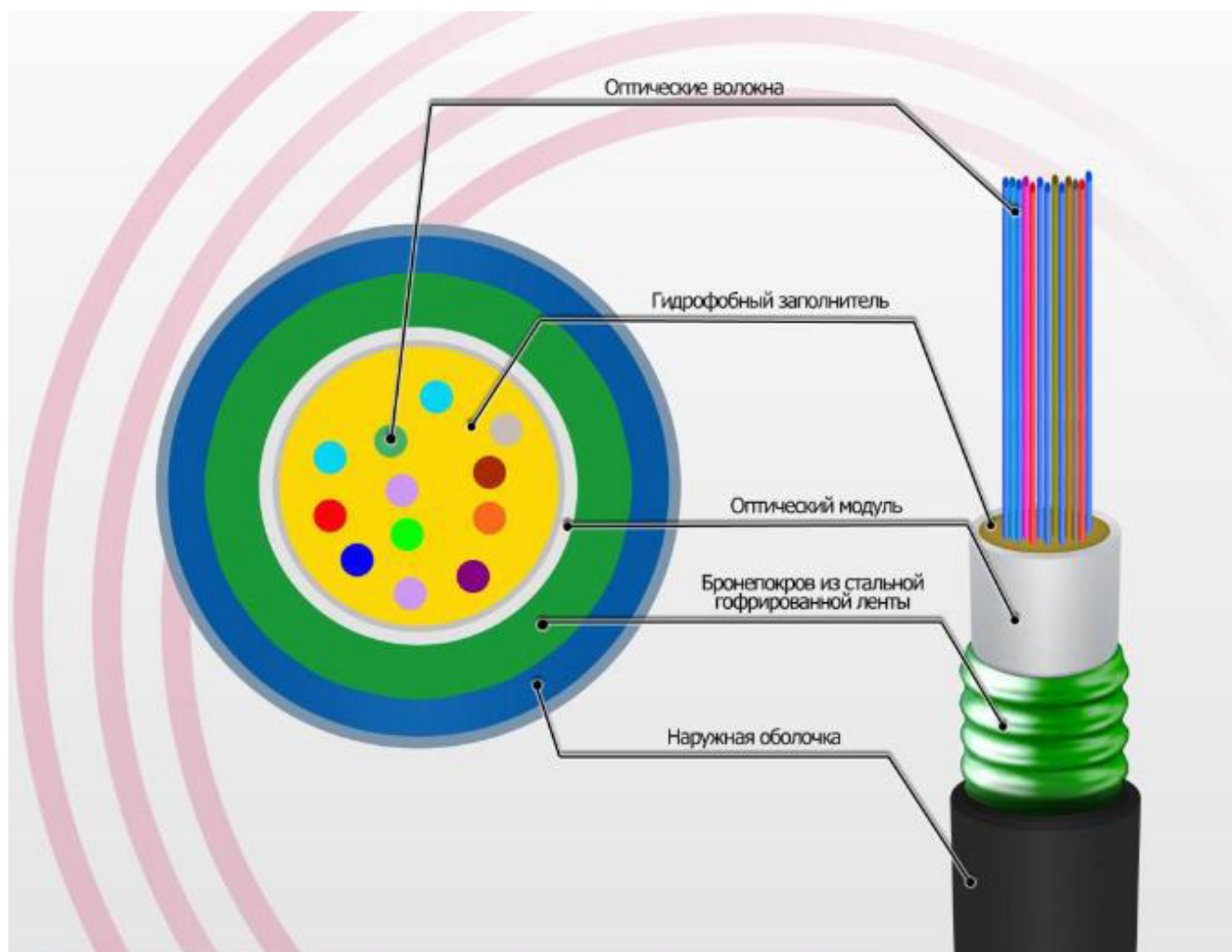


Рисунок 4.3 – Волоконно-оптический кабель FOTECH FO-AMT-CT-PVC-24-G.652.D-2,7

Коммутаторы доступа будут размещаться на этажах в специальных антивандальных шкафах. В шкафу имеется источник, обеспечивающий бесперебойное питание оборудования и сетевой фильтр, помогающий избежать скачков напряжения и тем самым сберечь коммутаторы от выхода из строя. От коммутаторов доступа до абонентского оборудования прокладывается медный

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		29

кабель UTP (витая пара). Между этажами он будет уложен в кабель-канал, что будет служить дополнительной защитой, а так же предавать более эстетический вид.

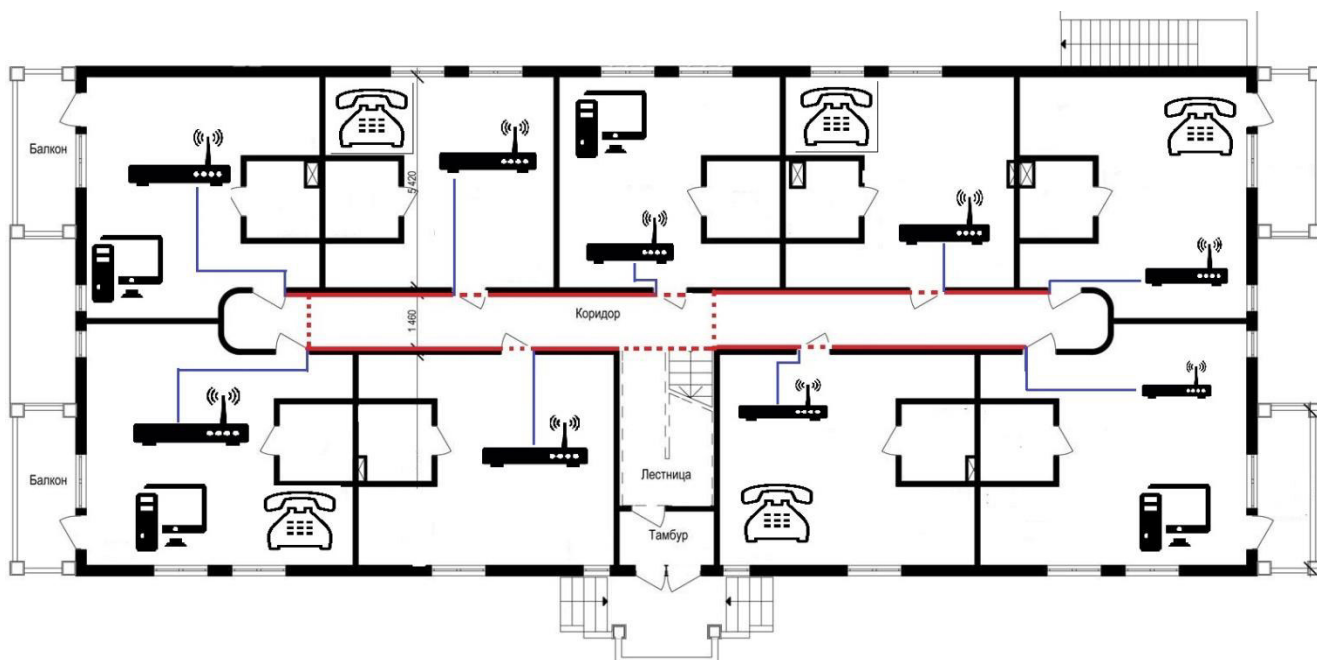


Рисунок 4.4 – Варианты подключения абонентского оборудования

Красная линия на рисунке 4.3 – специальный кабель канал – размещающий внутри себя прокладку медного кабеля UTP. Кабель-канал устанавливается таким образом, чтобы не создавать помех иным кабельным системам. Провести кабель в квартиру абонента можно через высверленное отверстие на уровне 10-20 см от пола либо выше дверной коробки.

Синим цветом показан UTP кабель, идущий к абонентскому оборудованию. Серверы и устройства уровня ядра располагаются в отдельном помещении на АТС.

5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

В данном разделе предоставляются 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 строительного-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 строительные-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: <https://market.yandex.ru>, <http://www.qtech.ru>, <http://www.dvbc.ru>, <http://www.cnet.com>, <http://www.qtech.ru>, <https://shop.nag.ru>, <https://www.citilink.ru>, <http://svarka-optiki.ru> [3].

Таблица 5.1 – Капитальные вложения в оборудование и материалы

№ п/п	Наименование	Кол-во единиц	Стоимость, руб.	
			за единицу	всего
1	Коммутатор QSW-2800-28T-AC V2	7	12 800	89 600
2	Коммутатор SNR-S2995G-24FX	1	41 580	41 580

Окончание таблицы 5.1

№ п/п	Наименование	Кол-во единиц	Стоимость, руб.	
			за единицу	всего
3	Коммутатор QTECH QSW-2500-A16-AC	3	3700	11 100
4	Голосовой шлюз SMG-2016M	1	128 868	128 868
5	Коннекторы RJ-45	1000	5	5 000
6	Антивандальные шкафы	8	8 000	64 000
7	ИБП UPS 400VA FSP	8	2 100	16 800
8	Сетевой фильтр	10	800	8 000
9	ПО Mail-сервера	1	50 000	50 000
10	ПО DNS-сервера	1	45 000	45 000
11	ПО FTP и HTTP серверов	1	120 000	120 000
Итого:				579948

Капитальные затраты на оборудование рассчитываются по формуле:

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

где K_{np} – Затраты на приобретение оборудования;

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

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

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

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

$$K_{обор} = K_{np} + K_{тр} + K_{смр} + K_{м/у} + K_{зсп} + K_{нпр} = (1 + 0,04 + 0,2 + 0,05 + 0,03) * 579948 = 765531,36 \text{ руб}$$

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

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		32

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

Наименование	Количество единиц	Стоимость, руб	
		за единицу, м	всего
FO-АМТ-СТ-PVC-24-G.652.D-2,7	2000	51,20	102400
Кабель UTP cat5	10100	6,5	65650
			Итого: 168050

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;

$$K_{ЛКС} = 2000 * 200 = 400000$$

Стоимость укладки и монтажа оптического кабеля – 200 рублей за метр. Таким образом, общие затраты на работы по построению мультисервисной сети будут равны:

$$KB = 400000 + 168050 + 765531,36 = 13333581,36 \text{ руб.}$$

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

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		33

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 стационарного оборудования, а также сотрудников, которые будут подключать абонентов. Рекомендован следующий состав персонала (таблице 5.3.):

Таблица 5.3 – Состав персонала

Наименование должности	Оклад	Количество, чел.	Сумма з/пл, руб.
Инженер	35000	1	35000
Монтажник	20000	2	40000
Итого		4	75 000

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.

$$\Phi OT = 75000 * 12 = 900000 \text{ руб.}$$

Страховые взносы. Страховые взносы в 2018 году составят 30 % от суммы годового заработка

$$CB = 0.3 * \Phi OT \quad (5.4)$$

$$CB = 900000 * 0,3 = 270000 \text{ руб.}$$

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

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

где T – стоимость оборудования;

F – срок службы оборудования.

$$AO = 579948 / 10 = 57994,8 \text{ руб.}$$

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:

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		35

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

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

$P = 4$ кВт – суммарная мощность установок.

Значит, затраты на электроэнергию составят

$$Z_{ЭН} = 4,5 * 24 * 365 * 4 = 157680, \text{ руб.}$$

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

$$Z_{МЗ} = 0 \quad (5.6)$$

Следовательно, общие материальные затраты составляют:

$$Z_{\text{общ}} = 157680 \text{ руб.}$$

1. Прочие расходы.

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

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

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

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

$$Z_{пр} = 0,05 * 900000 = 45000, \text{ руб.}$$

$$Z_{эк} = 0,07 * 900000 = 63000, \text{ руб.}$$

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		36

Таким образом, вычисляются прочие расходы:

$$\text{Зпрочие} = 45000 + 63000 = 108000 \text{ , руб.}$$

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	900000
2. Страховые взносы	270000
3. Амортизационные отчисления	57994,8
4. Общие материальные затраты	157680
5. Прочие расходы	108000
Итого:	1 493 674,8

5.3 Определение доходов от основной деятельности

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

Таблица 5.5 – Количество подключаемых абонентов по годам

Год	Доступ к сети Интернет	IP-TV	IP-телефония
	Физ. лица	Физ. лица	Физ. Лица
1	150	135	90
2	30	25	20
3	34	40	10
Всего абонентов	214	200	120

Учитывая тот факт, что другие провайдеры в населенном пункте не могут в таком качестве предоставить данные виды услуг, то можно надеяться на довольно быстрое подключение абонентов к сети и в течении 3 лет ожидается подключение всех потенциальных абонентов к сети. В первый год запланировано подключение минимум 70% от всех абонентов.

Тарифы за предоставление услуг планируются следующие: Доступ к сети Интернет: физические лица – 700 за 40 Мбит/с; услуга IP-TV: физические лица - 300; услуга IP-телефония: физические лица – 300. 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 год
1	2070000
2	2484000
3	2949600

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 и 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,

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		39

первым годом при расчете IC (n=1) будет именно нулевой год.

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

Таблица 5.7 – Оценка экономических показателей проекта с учетом дисконта

Год	P	PV	I	IC	NPV
0	0	0	2827256,16	2827256,16	-2827256,16
1	2070000	1800000	1493674,8	4126103,81	-2326103,81
2	2484000	3678260,9	1493674,8	5255536,55	-1577275,68
3	2949600	5617670,7	1493674,8	6237651,98	-619981,231
4	2949600	7304114,1	1493674,8	7091665,39	212448,727
5	2949600	8770586,6	1493674,8	8006858,54	936300,8648
6	2949600	10045780	1493674,8	8480042,59	1565737,506
7	2949600	11154644	1493674,8	9041570,27	2113073,716

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:

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

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

$$PP = 4 + 619981,231 / (619981,231 + 212448,727) = 4,74 = 4 \text{ года } 7 \text{ месяцев}$$

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:

$$PI = 7304114,1 / 7091665,39 = 1,03 = 3\%$$

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

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

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

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		41

где i – ставка дисконтирования

Расчет показателя IRR производится путем последовательных итераций. Для этого подбираются такие значения нормы дисконта i_1 и i_2 , чтобы в их интервале функция NPV меняла свое значение с «+» на «-», или наоборот. Далее по формуле вычисляется внутренняя норма доходности:

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

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

Для данного проекта: $i_1=15$, при котором $NPV_1 = 212448,727$ руб.; $i_2=50$ при котором $NPV_2 = -918172,13$ руб.

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

$$IRR = 15 + 212448,727 / (212448,727 - (-759235,034)) * (50 - 15) = 22,65$$

В итоге, внутренняя норма доходности проекта равна 22,65 %, что больше цены капитала, которая рассматривается в качестве 15%, следовательно, проект можно принять.

Таблица 5.8 – Основные технико-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Значения показателей
Количество абонентов, чел	214
Капитальные затраты, руб	1 333 581,36
Ежегодные эксплуатационные расходы, руб, в том числе:	1 493 674,8
Расходы на оплату электроэнергии	157 680

Окончание таблицы 5.8

Наименование показателей	Значения показателей
Расходы на материалы, запасные части и текущий ремонт	0
Фонд оплаты труда	900000
Страховые взносы	270000
Амортизационные отчисления	57994,8
Общие производственные расходы	108000
Доходы (NPV), руб	212448,727
Внутренняя норма доходности (IRR)	22,65
Индекс рентабельности (PI)	3%
Срок окупаемости, год	4,7 лет

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

Следование мерам безопасности по охране труда, технике безопасности и охране окружающей среды – немаловажный аспект. При нарушении правил, особенно, если это влечёт за собой причинение вреда здоровью работников либо вред окружающей среде, предусмотрено наказание согласно административному законодательству (штрафы) и уголовная ответственность в более серьезных случаях. Поэтому на любых предприятиях есть ответственные люди, которые следят за исполнением работниками правил безопасности. Все нормы и правила основаны на существующем законодательстве РФ.

Описание основных требований к охране окружающей среды 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. Зачастую они проводятся для построения кабельной инфраструктуры. При работах на земле, имеющей плодородную почву, нужно обеспечить мероприятия по ее сохранению: бережное снятие пласта плодородной почвы и его защита до конца работ.

В законодательных актах РФ есть документы, в которых полно изложены правила по охране труда на предприятии при организации и проведении работ.

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		44

Основным документом является - «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)». Все оборудование должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003, требованиям ТУ на оборудование, требованиям ОСТ и стандартов предприятия на отдельные 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. Указан спектр нужных мероприятий, которые должны быть реализованы для обеспечения безопасности сотрудника и окружающих при проведении работ (предупреждающие таблички, сигналы, наличие защитной одежды и т.д.).

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

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 и уметь оказать первую медицинскую помощь. Это необходимо, для снижения причинённого вреда здоровью при травмировании.

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		45

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При создании проекта были разработаны рекомендации по построению сети абонентского доступа по технологии FTTB на территории Кошечевского сельского поселения. В проект мультисервисной сети включено описание инфраструктуры квартала с расчетом количества потенциальных абонентов, составлен спектр предоставляемых услуг и процентное соотношение проникновения абонентов к этим услугам. Техническая часть проекта состоит из расчета нагрузки, генерируемой абонентами, расчета количества необходимого оборудования, схемы организации связи, схемы организации беспроводной сети, плана размещения оборудования в домах, схемы прокладки кабеля по территории квартала и вплоть до АТС.

Сеть построена по архитектуре FTTB на базе технологии Fast Ethernet. Общее количество абонентов в микрорайоне составило 214 для них были определены основные мультисервисные услуги - IP-телефония, IPTV, доступ к сети Интернет. В качестве оборудования выбраны устройства различных фирм, оборудование которых 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 следующие экономические показатели: рентабельность, срок окупаемости и др. Для того, чтоб реализовать проект потребуется 1 333 581,36 рублей. Годовые затраты по эксплуатации 1 493 674,8 рублей, проект будет приносить прибыль на 4 году 7 месяце эксплуатации, рентабельность 3 %.

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.

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		46

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сайт администрации города Корочи. Кошчевское сельское поселение [Электронный ресурс] //korocha.ru/ Официальный сайт города Корочи – Режим доступа: <http://korocha.ru/o-poselenii/poseleniya/kosheevskoe-selskoe-poselenie/> (Дата обращения 28.05.2018)
2. Сайт администрации города Корочи. Промышленная деятельность в районе [Электронный ресурс] //korocha.ru/ Официальный сайт города Корочи – Режим доступа: <http://korocha.ru/o-poselenii/poseleniya/kosheevskoe-selskoe-poselenie/> (Дата обращения 30.05.2018)
3. Сетевое и телекоммуникационное оборудование Qtech. [Электронный ресурс] //www.qtech.ru/ Официальный сайт компании – Режим доступа: <http://www.qtech.ru/catalog/archmetro/197/info.htm> (дата обращения 06.06.2018).
4. Телекоммуникационное оборудование. [Электронный ресурс] //shop.nag.ru/ Интернет магазин – Режим доступа: <http://shop.nag.ru/catalog/04963.SNR/19912> Kommutatory-agregatsii-i-yadra/25885.SNR-S2995G-24FX (дата обращения 06.06.2018)
5. Разработка и производство сетевого телекоммуникационного оборудования. [Электронный ресурс] //eltexsl.ru/ Официальный дилер завода Элтекс – Режим доступа: <http://eltexsl.ru/product/smg-2016/> (дата обращения 07.06.2018).
6. Телекоммуникационное оборудование. [Электронный ресурс] //shop.nag.ru/ Интернет магазин – Режим доступа: <https://shop.nag.ru/catalog/archive/11207.DMM-2400D-T2> (дата обращения 07.06.2018)
7. Сварка, прокладка и строительство ВОЛС. [Электронный ресурс] //svarka-optiki.ru/ Интернет магазин – Режим доступа: <https://svarka-optiki.ru/> (дата обращения 08.06.2018)

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		47

8. Болдышев А.В. Методические рекомендации по выполнению технико-экономического обоснования выпускных квалификационных работ. [Текст] / А.В.Болдышев – Белгород: НИУ «БелГУ», 2013.
9. Кирсанов И.А. Прокладка оптических кабелей в зданиях [Текст] // Вестник связи Кирсанов И.А – Москва, 2000, №10.- с.66-68.
10. Молта Д. Беспроводные технологии [Текст] // Сети и системы связи, 2001, №2.- с.53-61.
11. Девецына С.Н. Проектирование магистральных и внутризональных волоконно-оптических линий связи с применением оборудования синхронной цифровой иерархии (SDH): [Текст] Учебное пособие по дисциплине «Направляющие системы электросвязи» - Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2002. – 92 с.
12. Строительство и техническая эксплуатация ВОЛС./ Под ред. Б.В. Попова. [Текст] – М.: Радио и связь, 1996. – 176 с.: ил.
13. Иванов А.Б. Волоконная оптика: компоненты, системы передачи, измерения. [Текст] – М.: Компания САЙРУС СИСТЕМС , 1999. – 672 с.: ил.
14. Гроднев И.И. Волоконно – оптические линии связи: [Текст] Учебное пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1990. – 224 с.:ил.
15. Слепов Н.Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи. – [Текст] М.: Радио и связь, 2000. – 468 с.

					11070006.11.03.02.931.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		48