

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 ЖИЛОМ
КОМПЛЕКСЕ «АТОМГРАД» Г. КУРЧАТОВ**

Выпускная квалификационная работа
обучающегося по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные
технологии и системы связи
очной формы обучения, группы 07001307
Тарановой Александры Александровны

Научный руководитель
канд. техн. наук.
Доцент кафедры
Информационно-
телекоммуникационных
систем и технологий
НИУ «БелГУ» Урсол Д.В.

Рецензент
Инженер электросвязи
участка систем коммутации
№1 г. Белгород Белгородского
филиала ПАО «Ростелеком»
Галактионов И.В.

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

Тарановой Александры Александровны
(фамилия, имя, отчество)

1. Тема ВКР Проектирование мультисервисной сети связи в жилом комплексе «Атомград» г. Курчатов.

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

2. Срок сдачи студентом законченной работы _____

3. Исходные данные к работе:

объект проектирования - жилой комплекс «Атомград» г. Курчатов;

планируемое количество абонентов –3200;

тип проектируемой сети связи – мультисервисная сеть связи, FTTB;

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

4.1 Экспликация жилого комплекса «Атомград» г. Курчатов

4.2 Анализ существующих технологий широкополосного доступа

4.3 Выбор принципа построения мультисервисной сети связи жилого комплекса «Атомград» г. Курчатов

4.4 Расчет нагрузок проектируемой мультисервисной сети связи жилого комплекса «Атомград» г. Курчатов

4.5 Выбор оборудования проектируемой мультисервисной сети связи

4.6 Разработка рекомендации по реализации мультисервисной сети связи жилого комплекса «Атомград» г. Курчатов

4.7 Техничко-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. Технико-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, доцент каф. ИТСиТ, Урсол Д.В.</i>		
4.7.	<i>канд. техн. наук, доцент каф. ИТСиТ Болдышев А.В.</i>		

7. Дата выдачи задания _____

Руководитель

*канд. техн. наук, доцент
кафедры «Информационно-телекоммуникационных
систем и технологий»
НИУ «БелГУ»*

_____ *Урсол Д.В.*
(подпись)

Задание принял к исполнению _____
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СЕТИ	6
2 ВЫБОР ВАРИАНТА РЕАЛИЗАЦИИ СЕТИ	8
2.1 Технология DSL	8
2.2 Технология Ethernet	13
2.3 Технология FTТх	15
3 ОЦЕНКА ТРЕБУЕМОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ КАНАЛА	18
4 РАСЧЕТ НАГРУЗОК ПРОЕКТИРУЕМОЙ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ	20
4.1 Расчет трафика телефонии	22
4.2 Расчет трафика IP-TV	25
4.3 Расчет пропускной способности для передачи данных (доступ к сети Интернет)	30
5 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРУЕМОЙ СЕТИ СВЯЗИ	37
5.1 Выбор оборудования для проектируемой мультисервисной сети связи ЖК «Атомград» г.Курчатов	37
5.2 Выбор типа линии связи	45
6 МЕРЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ОХРАНЫ ТРУДА, ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	51
6.1 Меры по охране окружающей среды	51
6.2 Техника безопасности и охрана труда на предприятиях связи	53
7 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА	55

					<i>11070006.11.03.02.231.ПЗВКР</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Проектирование мультисервисной сети связи в жилом комплексе «Атомград» г. Курчатов	Лит.	Лист	Листов
Разработал	Таранова А.А.						2	71
Проверил	Урсол Д.В.							
Рецензент	Галактионов И.В.							
Н. Контроль	Урсол Д.В.							
Утвердил	Жиляков Е.Г.				<i>НИУ «БелГУ» гр. 07001307</i>			

7.1 Расчет капитальных вложений на оборудование и монтажные работы	строительно-	55
7.2 Калькуляция эксплуатационных расходов		57
7.3 Определение доходов от основной деятельности		61
7.4 Определение оценочных показателей проекта		62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ		67
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ		69

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВВЕДЕНИЕ

Не секрет что нынешний этап развития телекоммуникационных сетей Российского рынка мультисервисных услуг, происходит с большим ростом. Внедряются новые телекоммуникационные и информационные технологии, и их объединения услуг.

На данный момент в современном обществе ни один процесс передачи данных не может происходить без обмена информации, для которой используют разные средства и системы связи.

Для привлечения абонентов, создаются современные сети доступа, обеспечивающие возможность предоставления широкой гаммы услуг.

Новые виды техники передачи и распределения информации, заставляет усовершенствовать уже существующие технологии, разрабатываются новые устройства связи, а также и методы построения телекоммуникационных систем.

С ростом потока информации пользователей одной сети, свою популярность взяли локальные и компьютерные сети. Использование ЛВС позволяет облегчить доступ к различным устройствам, установленным в учреждении, главным требованием, предъявляемым к ЛВС, является выполнение сетью ее основной функции - обеспечение пользователям потенциальной возможности доступа к разделяемым ресурсам всех компьютеров, объединенных в сеть. Все остальные требования - производительность, надежность, совместимость, управляемость и масштабируемость - связаны с качеством выполнения этой основной задачи.

В мультисервисной сети используются высококачественные сетевые сервисы: высокоскоростной и коммутируемый широкополосной доступ в сеть Интернет, пакетная передача голосового и видеотрафика, передача данных с надежным качеством обслуживания, организации защищенных виртуальных частных сетей (VPN). [1]

Это позволяет МСС привлечь к себе операторов связи и сервис-

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

провайдеров.

Использование нынешних сетевых технологий способствует повышению эффективности бизнеса с помощью огромного спектра услуг , а так же уменьшению затрат на эксплуатацию сети оператора.

Цель проекта - обеспечить жителей жилого комплекса «Атомград» г. Курчатов мультисервесными услугами; уменьшение затрат в эксплуатации, и создание источника доходов оператора связи за счёт предоставления актуальных инфокоммуникационных услуг связи.

Для достижения поставленной цели необходимо разрешить следующие задачи:

- 1.Выбрать вариант реализации сети.
- 2.Проанализировать существующие сети.
- 3.Расчет нагрузки МСС.
- 4.Рассмотреть существующие технологии сетевой кабельной инфраструктуры.
- 5.Расчет объема оборудования линейно - кабельных сооружений.
- 6.Расчет техноэкономического обоснования проекта.

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СЕТИ

Строительная компания «Новый курс» является застройщиком программы в городе Курчатове. В жилом комплексе, которому присвоено название «Атомград». Экологически чистый район развит хорошо, находится в географическом центре города Курчатова.

В проекте разрабатывается мультисервисная сеть связи для жилого комплекса «Атомград» г. Курчатов. Состоит он из восьми 25-этажных жилых домов по 400 квартир в каждом, по 2 подъезда в доме, и по 8 квартир на этаже в каждом подъезде. Комплекс является новостройкой, жилые дома запланированы к вводу в эксплуатацию в третьем квартале 2016 - втором квартале 2017 года. [2]



Рисунок 1.1 - Схема жилого комплекса «Атомград» г. Курчатов

Количество абонентов равно количеству квартир. Число квартир в домах комплекса составляет, по 400 квартир в каждом подъезде. Поэтому с учётом одного подключения на квартиру будет логично утверждать, что количество

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

абонентов будет составлять 3200 .

С учётом, что в жилом комплексе расположены 25-этажные дома, уместным становится применение современной широкополосной технологии. Жилой комплекс «Атомград» находится в зоне присутствия операторов сотовой связи, но они не могут гарантировать такую же полосу пропускания и качество услуг, как в проектируемой сети связи.

Ближайшее АТС находится в здании администрации города Курчатов по Курской области.

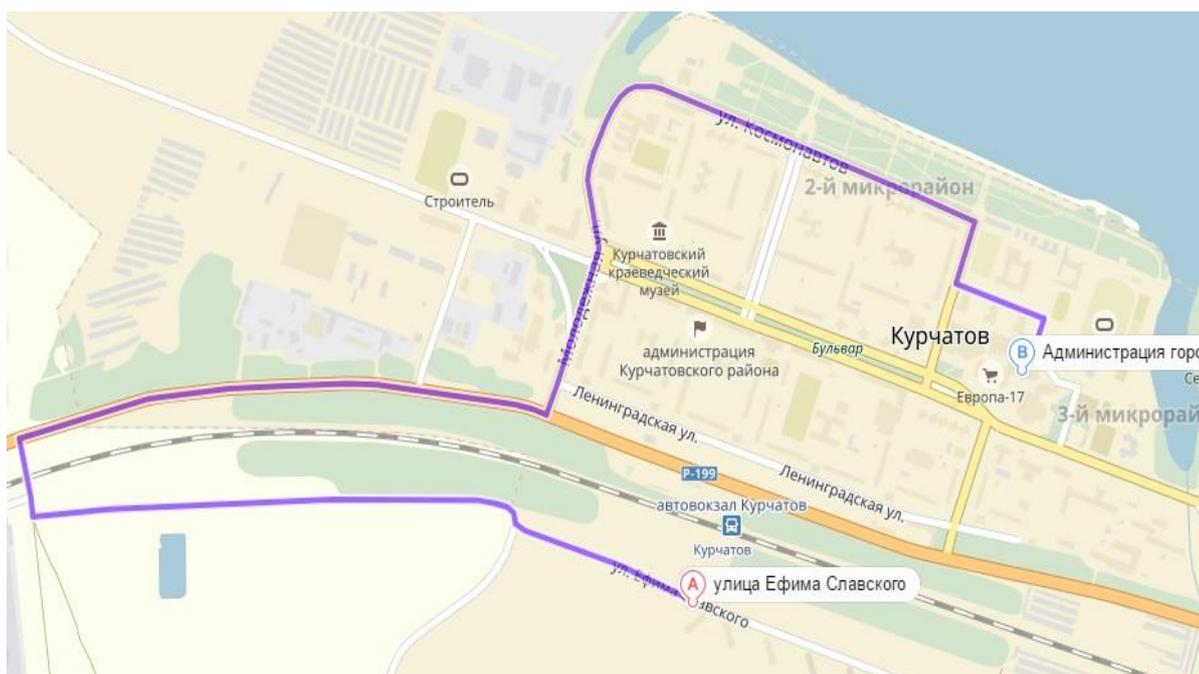


Рисунок 1.2 – Расстояние от ЖК «Атомград» до АТС города Курчатов

Расстояние от жилого комплекса «Атомград» до АТС города Курчатов составляет 5 километров.

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 ВЫБОР ВАРИАНТА РЕАЛИЗАЦИИ СЕТИ

Для предоставления требуемых услуг абонентам (МСС) важно оптимизировать реализацию широкополосной сети. Необходимость выбора обозначена расходами на проектирование, строительство и реализацию сети, перечнем предоставляемых услуг, возможностью дальнейшего развития сети.

Основные сетевые технологии можно использовать для построения сетей как магистральных транспортных, так и интегрированных мультисервисных. Основная разница между ними заключается только в стоимости и сложности реализации. Рассмотрим некоторые варианты реализации.

2.1 Технологии DSL

DSL расшифровывается как Digital Subscriber Line (цифровая абонентская линия). Технология DSL является достаточно новой, позволяющей значительно расширить полосу пропускания старых медных телефонных линий, соединяющих телефонные станции с индивидуальными абонентами. Значительно увеличить скорость своего соединения, например Интернет может позволить себе любой абонент, пользующийся в настоящий момент обычной телефонной связью с помощью технологии DSL. Важно помнить, что для организации линии DSL применяется именно существующие телефонные линии; технология тем и хороша, что не требует прокладывания дополнительных телефонных кабелей. В результате получается круглосуточный доступ в сеть Интернет с сохранением оптимальной работы обычной телефонной связи. Технологии DSL, работает со скоростью передачи данных от 32 Кбит/с, до более чем 50 Мбит/с. Данные технологии позволяют также использовать обычную телефонную линию для таких широкополосных систем, как видео по запросу или дистанционное обучение. При передаче

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

«нисходящего» потока данных от 1,5 Мбит/с до 8 Мбит/с, а скорость «восходящего» потока данных от 640 Кбит/с до 1,5 Мбит/с. ADSL позволяет передавать данные со скоростью 1,54 Мбит/с на расстояние до 5,5 км по одной витой паре проводов. Скорость передачи порядка 6 — 8 Мбит/с может быть достигнута при передаче данных на расстояние не более 3,5 км по проводам диаметром 0,5 мм.

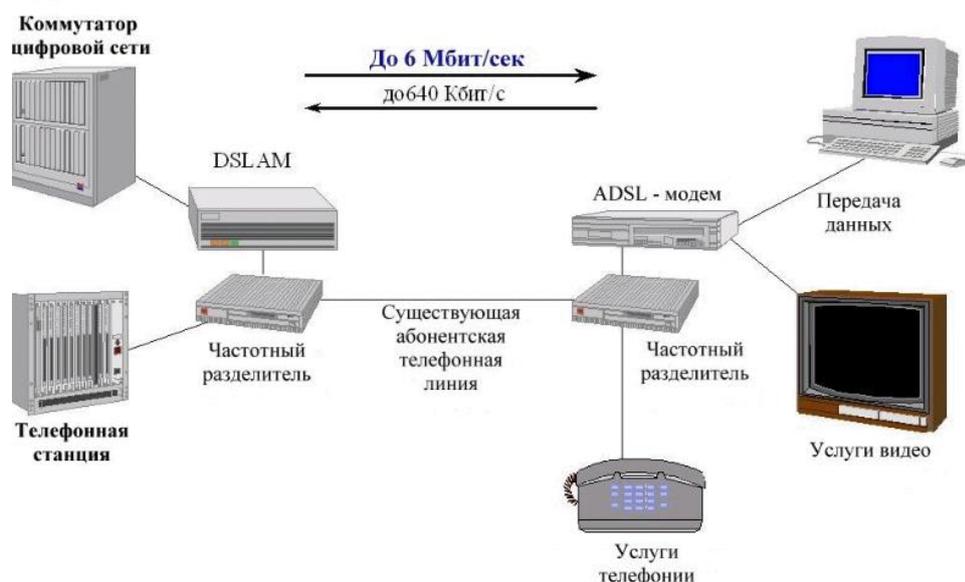


Рисунок 2.2-Структурная схема технологии ADSL

R-ADSL (Rate-Adaptive Digital Subscriber Line — цифровая абонентская линия с адаптацией скорости соединения). [4]

Технология R-ADSL обеспечивает такую же скорость передачи данных, что и технология ADSL, но при этом позволяет адаптировать скорость передачи к протяженности и состоянию используемой витой пары проводов. При использовании технологии R-ADSL соединение на разных телефонных линиях будет иметь разную скорость передачи данных. Скорость передачи данных может выбираться при синхронизации линии, во время соединения или по сигналу, по-

ступающему от станции.

G . Lite (ADSL.Lite) представляет собой более дешёвый и простой в установке вариант технологии ADSL, обеспечивающий скорость «нисходящего» потока данных до 1,5 Мбит/с и скорость «восходящего» потока данных до 512 Кбит/с или по 256 Кбит/с в обоих направлениях.

IDSL (ISDN Digital Subscriber Line — цифровая абонентская линия ISDN) Технология IDSL обеспечивает полностью дуплексную передачу данных на скорости до 144 Кбит/с. В отличие от ADSL возможности IDSL ограничиваются только передачей данных. Несмотря на то, что IDSL, также как и ISDN, использует модуляцию 2B1Q, между ними имеется ряд отличий. В отличие от ISDN линия IDSL является некоммутируемой линией, не приводящей к увеличению нагрузки на коммутационное оборудование провайдера. Также линия IDSL является «постоянно включенной» (как и любая линия, организованная с использованием технологии DSL), в то время как ISDN требует установки соединения.

HDSL (High Bit-Rate Digital Subscriber Line — высокоскоростная цифровая абонентская линия)

Технология HDSL предусматривает организацию симметричной линии передачи данных, то есть скорости передачи данных от пользователя в сеть и из сети к пользователю равны. Благодаря скорости передачи (1,544 Мбит/с по двум парам проводов и 2,048 Мбит/с по трем парам проводов) телекоммуникационные компании используют технологию HDSL в качестве альтернативы линиям T1/E1. (Линии T1 используются в Северной Америке и обеспечивают скорость передачи данных 1,544 Мбит/с, а линии E1 используются в Европе и обеспечивают скорость передачи данных 2,048 Мбит/с.) Хотя расстояние, на которое система HDSL передает данные (а это порядка 3,5 — 4,5 км), меньше, чем при использовании технологии ADSL, для недорогого, но эффективного, увеличения длины линии HDSL телефонные компании могут установить специальные повторители. Использование для организации линии

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

HDSL двух или трех витых пар телефонных проводов делает эту систему идеальным решением для соединения УАТС, серверов Интернет, локальных сетей и т.п. Технология HDSL2 является логическим результатом развития технологии HDSL. Данная технология обеспечивает характеристики, аналогичные технологии HDSL, но при этом использует только одну пару проводов.

SDSL (Single Line Digital Subscriber Line — однолинейная цифровая абонентская линия)

Также как и технология HDSL, технология SDSL обеспечивает симметричную передачу данных со скоростями, соответствующими скоростям линии T1/E1, но при этом технология SDSL имеет два важных отличия. Во-первых, используется только одна витая пара проводов, а во-вторых, максимальное расстояние передачи ограничено 3 км. В пределах этого расстояния технология SDSL обеспечивает, например, работу системы организации видеоконференций, когда требуется поддерживать одинаковые потоки передачи данных в оба направления. В определенном смысле технология SDSL является предшественником технологии HDSL2.

VDSL (Very High Bit-Rate Digital Subscriber Line — сверхвысокоскоростная цифровая абонентская линия)

Технология VDSL является наиболее «быстрой» технологией xDSL. Она обеспечивает скорость передачи данных «нисходящего» потока в пределах от 13 до 52 Мбит/с, а скорость передачи данных «восходящего» потока в пределах от 1,5 до 2,3 Мбит/с, причем по одной витой паре телефонных проводов. В симметричном режиме поддерживаются скорости до 26 Мбит/с. Технология VDSL может рассматриваться как экономически эффективная альтернатива прокладыванию волоконно-оптического кабеля до конечного пользователя. Однако, максимальное расстояние передачи данных для этой технологии составляет от 300 метров до 1300 метров. То есть, либо длина абонентской линии не должна превышать данного значения, либо оптико-волоконный кабель должен быть подведен поближе к пользователю (например, заведен в здание,

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

в котором находится много потенциальных пользователей). Технология VDSL может использоваться с теми же целями, что и ADSL; кроме того, она может использоваться для передачи сигналов телевидения высокой четкости (HDTV), видео по запросу и т.п.

Технологии DSL, позволяющие передавать голос, данные и видеосигнал по существующей кабельной сети, состоящей из витых пар телефонных проводов, наилучшим образом отражают потребность пользователей в высокоскоростных системах передачи.

Во-первых, технологии DSL обеспечивают высокую скорость передачи данных. Различные варианты технологий DSL обеспечивают различную скорость передачи данных, но в любом случае эта скорость гораздо выше скорости самого быстрого аналогового модема. Во-вторых, технологии DSL оставляют вам возможность пользоваться обычной телефонной связью, несмотря на то, что используют для своей работы абонентскую телефонную линию. Используя технологии DSL вам больше не надо беспокоиться о том, что вы не получите вовремя важное известие, или о том, что для обычного телефонного звонка вам прежде потребуется выйти из сети Интернет. Линия DSL всегда работает, соединение всегда установлено. [4]

2.2 Технология Ethernet

Ethernet (эзернет, от лат. aether — эфир) — пакетная технология компьютерных сетей. Стандарты Ethernet определяют проводные соединения и электрические сигналы на физическом уровне, формат пакетов и протоколы управления доступом к среде — на канальном уровне модели OSI. Ethernet в основном описывается стандартами IEEE группы 802.3. Ethernet стал самой распространённой технологией ЛВС в середине 90-х годов прошлого века, вытеснив такие технологии, как Arcnet, FDDI и Token ring.

В зависимости от скорости передачи данных и передающей среды суще-

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

существует несколько вариантов технологии. Независимо от способа передачи стек сетевого протокола и программы работают одинаково практически во всех нижеперечисленных вариантах.

В этом разделе кратко описаны все официально существующие разновидности. По некоторым причинам, в дополнение к основному стандарту многие производители рекомендуют пользоваться другими запатентованными носителями — например, для увеличения расстояния между точками сети используется оптоволоконный кабель. Большинство Ethernet-карт и других устройств имеет поддержку нескольких скоростей передачи данных, используя автоопределение скорости и дуплексности, для достижения наилучшего соединения между двумя устройствами. Если автоопределение не срабатывает, скорость подстраивается под партнёра, и включается режим полудуплексной передачи. Например, наличие в устройстве порта Ethernet 10/100 говорит о том, что через него можно работать по технологиям 10BASE-T и 100BASE-TX, а порт Ethernet 10/100/1000 — поддерживает стандарты 10BASE-T, 100BASE-TX, и 1000BASE-T.[5]

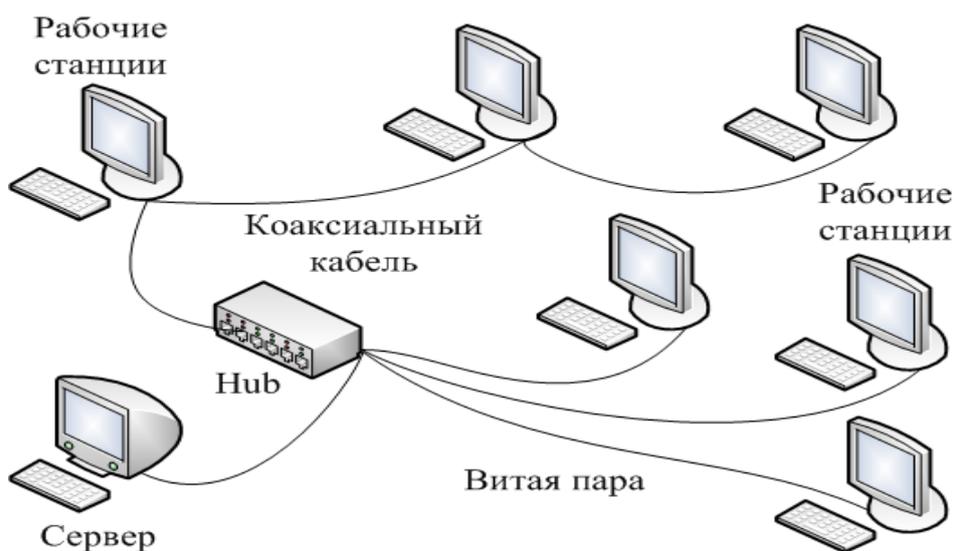


Рисунок 2.3 - Схема "классического Ethernet"

Гигабит Ethernet-

- 1000BASE-T, IEEE 802.3ab — Стандарт Ethernet 1 Гбит/с. Такой стандарт использует витую пару категории 5е или категории 6. В передаче данных

задействованы все 4 пары. Скорость передачи данных — 250 Мбит/с по одной паре.

- 1000Base-X — обще принятый термин для определения технологии Гигабит Ethernet, использующей для передачи данных оптоволоконный кабель, в него входят 1000BASE-SX, 1000BASE-LX и 1000BASE-CX.
- 1000BASE-LH (Long Haul) — 1 Гбит/с Ethernet технология, предназначенная для одномодового оптического кабеля, дальность прохождения сигнала без усиления сигнала до 100 километров.[6]

2.3 Технологии FTTx

Использование технологии FTTx предполагает привлечение волоконно-оптических решений для построения широкополосных сетей. Стоит описать, что подразумевается под этим новым понятием. FTTx - это термин, при помощи которого описывается общий подход к формированию кабельной сетевой инфраструктуры, в которой от узла связи до конкретного места, обозначаемого как «х», доходит оптика, а далее, непосредственно до абонентов, прокладывается медный кабель. Вполне реально проложить оптику и непосредственно к абонентскому устройству. По большому счету использование технологии FTTx предполагает только физический уровень. Но под данным понятием скрывается и большое число технологий сетевого и канального уровня. Широкополосный доступ позволяет предоставлять огромное количество новых услуг.

Существует несколько видов архитектур технологии FTTx , одна из них является FTTB (Fiber to the Building) - оптоволоконно достигает здания. Иногда можно видеть и слово Block – блок. Это означает, что оптика доведена до жилищного блока. FTTB является “оптимальной” технологией, наиболее удобной для российских городов среднего и большого размеров.

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

Соединение абонентов внутри здания проводится оптоволоконным кабелем, входящим далее в коммутатор (управляемый свич) – устройство, разделяющее интернет соединение по отдельным пользователям. Как правило, коммутатор устанавливается в подъезд или на чердак, а от него к абонентам идет обычная витая пара. Если сравнивать с ADSL, VDSL технологией, FTTB имеет большое преимущество в скорости передачи данных от (13 до 52 Мбит/с).

Далее приведены ещё несколько видов архитектур технологии FTТх:

- FTТN (Fiber to the Node) - оптоволокну доходит до сетевого узла;
- FTТC (Fiber to the Curb) - оптоволокну доходит до микрорайона, квартала или нескольких домов;
- FTТВ (Fiber to the Building) - оптоволокну достигает здания;
- FTТН (Fiber to the Home) - оптоволокну дотягивают до жилища.

Так же с технологией FTТх существует похожая концепция организации распределительной сети внутри здания - FITВ (Fiber In The Building).

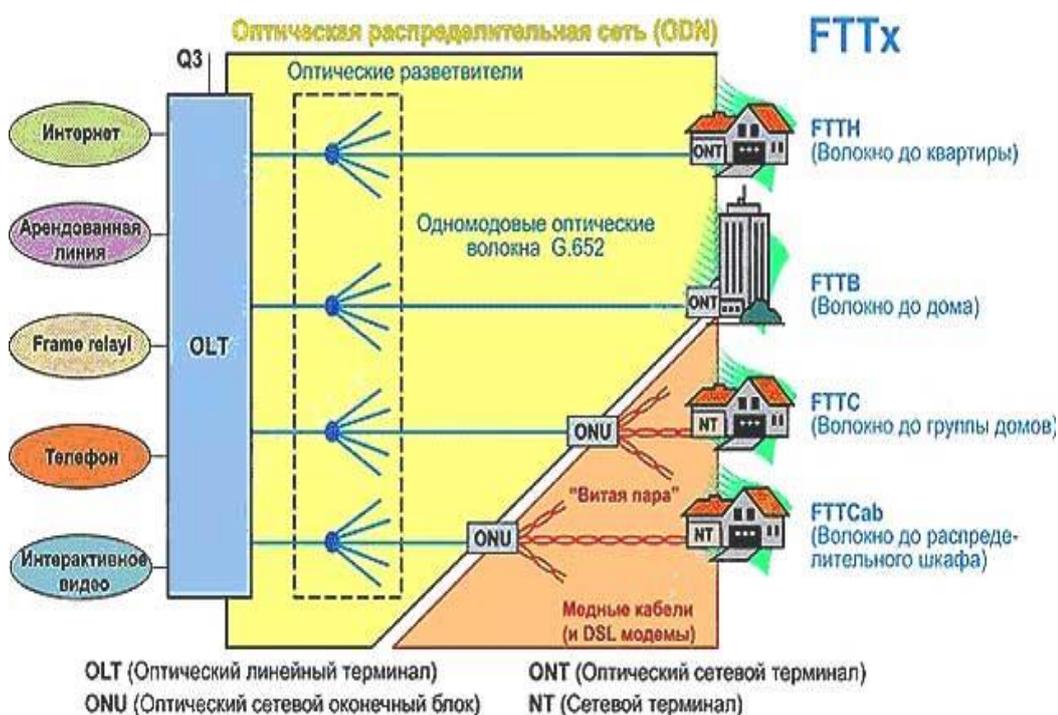


Рисунок 2.4 - Технология построения распределительной сети FTТх

3 ОЦЕНКА ТРЕБУЕМОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ КАНАЛА

Этажность жилого комплекса составляет 25 этажей в каждом доме, число абонентов в которых составило 400. В связи с тем что комплекс является новостройкой, инфоструктуры в нём отсутствуют.

Проектируемая сеть должна предоставлять каждому абоненту следующие виды услуг:

- Интерактивное цифровое телевидение IPTV;
- Высокоскоростной доступ к сети Интернет;
- IP телефония.

Для того чтобы осуществить распределение услуг, нужно примерно рассмотреть абонентов по категориям. Так как большую часть жителей комплекса будут составлять семьи с детьми и молодые люди, они будут нуждаться и использовать все виды предлагаемых им услуг. Остальная категория абонентов будет состоять из пенсионеров. Для которых более интересными покажутся следующие виды услуг: IP телефония, интерактивное цифровое телевидение IPTV.

Таблица 3.1- Определение спроса на мультисервисные услуги.

Интернет 100 %	IPTV 55 %	IPтелефония 30%
3200	1760	960

Зная исходные данные можно выполнить расчет нужной полосы канала связи, исходя из требований к пропускной способности сети:

- Высокоскоростной доступ к сети Интернет – 10 Мбит/с;
- IP телефония – 64 кбит/с;
- IPTV – 4 Мбит/с;

Рассчитаем требуемую полосу пропускания:

- Высокоскоростной доступ к сети Интернет $3200 * 10000 \text{ Кбит/с} = 32000000 \text{ Кбит/с}$;
 - IP телефония $960 * 64 \text{ Кбит/с}$;
 - IPTV $1760 * 4000 \text{ Кбит/с}$.
- Суммарный трафик абонентов – $39101,44 \text{ Мбит/с}$.

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

4 РАСЧЁТ НАГРУЗОК ПРОЕКТИРУЕМОЙ МУЛЬТИСЕРВЕСНОЙ СЕТИ

Для необходимой надежности разрабатываемой сети и избегания перегрузок, расчеты трафика следует производить для часа максимальной нагрузки.

При расчете нагрузки, которую генерируют абоненты необходимо учитывать что под абонентом понимается не человек, а абонентский комплект. То есть , если в квартире проживает три человека, а подключен один модем, то они являются одним абонентом. В проекте будем соотносить понятие абонента с квартирой. В таблице 2 показаны данные о количестве потенциальных абонентов в ЖК «Атомград».

Таблица 4.1 – Список услуг дом 1-8

Физ.лица	Интернет	IPTV	IP-телефония
400	400	220	120

Таблица 4.2 - Значения параметров

Параметр	Обозначение	Значение
1	2	3
1. Количество сетевых узлов для подключения абонентов Triple Play	FN	47
2. Число абонентов сети:	NS	3200
3. Отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во входящем потоке	OHD	10%
4. Отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине в исходящем потоке	OHU	15%

Окончание таблицы 4.2

1	2	3
5. Процент абонентов Triple Play: - находящихся в сети в ЧНН; - одновременно принимающих или передающих данные; - одновременно пользующихся услугами TV IP	DAAF DPAF IPVS AF	80% 70% 60%
6. Услуга передачи данных: 6.1 Пропускная способность сети для передачи данных к абоненту: - средняя пропускная способность; - пиковая пропускная способность; 6.2 Пропускная способность сети для передачи данных от абонента: - средняя пропускная способность; - пиковая пропускная способность	ADBS PDBS AUBS PUBS	30 Мбит/с 100 Мбит/с 10 Мбит/с 30 Мбит/с
7. Услуга TV IP: - проникновение услуги; - количество сессий на абонента; - использование режима Unicast; - использование режима Multicast; - использование потоков Multicast; - количество доступных каналов; - скорость видеопотока; - запас на вариацию битовой скорости	IPVS MP IPVS SH IPVS UU IPVS MUM IPVS MU IPVS MA VSB SVBR	55% 1,3 30% 70% 70% 60 6 Мбит/с 0,2

Сетевым узлом возьмём коммутатор доступа на 48 абонентов. Это сделано для того, чтобы вычислить нагрузку с одного сетевого элемента и при модернизации или расширении сети легко варьировать требуемым объемом

оборудования. Если будет применяться коммутатор на 24 порта например, то полученные значения достаточно разделить на 2.

Нужное количество коммутаторов доступа рассчитаем по следующему соотношению:

$$N_{ком} = [N_{аб} / N_{портов}] \quad (4.1)$$

Где[]- округление в большую сторону

$$\text{Дом 1-8: } N_{ком} = [400 / 48] = 8 + 1 \text{ на 24 порта}$$

В таблице 3.2 показаны результаты размещения коммутаторов по домам жилого комплекса «Атомград» г. Курчатов с показаниями общего числа портов и свободных портов.

Таблица 4.3 – Сведения о размещении коммутаторов

Объект	Тип коммутатора	Всего портов	Свободные порты
Дом 1-8	GL-SW-F204-50, 8шт	384	0
	GL-SW-F201-28, 2 шт	16	8

4.1 Расчет трафика телефонии

Исходя из формулы (4.1) для установки оборудования нам понадобятся, коммутатор на 48 портов, и плюс ещё один коммутатор на 24 порта, в

которых 8 портов с одного подъезда будут давать нулевой трафик.

Проникновение услуги IP-телефонии составляет 30%, исходя из этого можно утверждать что число абонентов, использующих SIP терминалы на одном сетевом узле равны

$$N_{\text{SIP}} = [48 * 0,3] = 16, \text{ абонентов} \quad (4.2)$$

$$N_{\text{SIP}} = [16 * 0,3] = 5, \text{ абонентов}$$

Пропускная способность, нужная для передачи трафика телефонии, полностью зависит от типа используемого кодека. Кодек G.729А является одним из самых популярных. Полезная нагрузка голосового пакета равна:

$$Y_{\text{полезн}} = \frac{t_{\text{звуч. голоса}} \cdot v_{\text{кодирования}}}{8 \text{ бит} / \text{байт}}, \text{ байт}, \quad (4.3)$$

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

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

Для кодека G.729А скорость кодирования равна 8кбит/с, время звучания 20 мс.

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

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Длина пакета может быть вычислена следующим образом:

$$V_{\text{пакета}} = L_{\text{EthL1}} + L_{\text{EthL2}} + L_{\text{IP}} + L_{\text{UDP}} + L_{\text{RTP}} + Y_{\text{полезн}}, \text{ байт}, \quad (4.4)$$

где L_{Eth1} , L_{Eth2} , L_{IP} , L_{UDP} , L_{RTP} – длина заголовка EthernetL1, EthernetL2, IP, UDP, RTP протоколов соответственно, байт,

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

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

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

$$\text{ППр}_1 = V_{\text{пакета}} \cdot \frac{8 \text{ байт}}{\text{байт}} \cdot 50_{\text{pps}}, \text{ Кбайт/с}, \quad (4.5)$$

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

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

Пропускная способность для передачи трафика IP-телефонии на одном сетевом узле рассчитывается как:

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

$$ППр_{WAN} = ППр_1 \cdot N_{SIP} \cdot VAD, \text{ Мбит/с}, \quad (4.6)$$

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

N_{SIP} – количество голосовых портов в точке присутствия, шт,

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

$$ППр_{WAN} = 31,2 \cdot 16 \cdot 0,7 = 349,44 \text{ кбит/с}.$$

$$ППр_{WAN} = 31,2 \cdot 5 \cdot 0,7 = 109,2 \text{ кбит/с}.$$

При выборе других кодеков и увеличении процента проникновения услуги могут быть получены другие значения.

4.2 Расчет трафика IP-TV

Для того что бы рассчитать нужную нам полосу пропускания, возьмём данные из таблице 4.2 для предоставления IP-TV услуг. Определим число абонентов, пользующихся данной услугой на одном сетевом узле одновременно:

$$IPVS \text{ Users} = AVS * IPVS \text{ MP} * IPVS \text{ AF} * IPVS \text{ SH}, \text{ аб} \quad (4.7)$$

где AVS – количество абонентов на оптическом узле, подключенных к услуге

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

IPVS MP – коэффициент проникновения услуги IP TV,

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

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

$$\text{IPVS Users} = 48 * 0.55 * 1.3 * 0.6 = 21, \text{аб}$$

$$\text{IPVS Users} = 16 * 0.55 * 1.3 * 0.6 = 7, \text{аб}$$

Если абонент принимает на своем оборудовании сразу несколько видеопотоков, то его следует рассматривать как несколько абонентов.

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

$$\text{IPVS US} = \text{IPVS Users} * \text{IPVS UU} * \text{UUS, потоков} \quad (4.8)$$

где IPVS UU – коэффициент проникновения услуги индивидуального видео,

UUS=1 – количество абонентов на один видеопоток.

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$IPVS\ US = 21 * 0.3 * 1 = 7, \text{ потоков}$$

$$IPVS\ US = 7 * 0.3 * 1 = 2, \text{ потоков}$$

Каждый multicast поток принимается одновременно несколькими абонентами, следовательно, количество потоков равно:

$$IPVS\ MS = IPVS\ Users * IPVS\ MU, \text{ потоков} \quad (4.9)$$

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

$$IPVS\ MS = 21 * 0.7 = 15, \text{ потоков}$$

$$IPVS\ MS = 7 * 0.7 = 5, \text{ потоков}$$

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

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

$$IPVS\ MSM = IPVS\ MA * IPVS\ MUM, \text{ видеопотоков} \quad (4.10)$$

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где $IPVS MA$ – количество доступных групповых видеопотоков,

$IPVS MUM$ – процент максимального использования видеопотоков.

$$IPVS MSM = 60 * 0.7 = 42, \text{ видеопотока}$$

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

$$IPVSB = VSB * (1 + SVBR) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с} \quad (4.11)$$

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, нужная для передачи одного видеопотока в формате MPEG-2 по IP сети в режимах multicast и unicast рассчитывается:

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$IPVS\ MNB = IPVS\ MS * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (4.12)$$

$$IPVS\ UNB = IPVS\ US * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (4.13)$$

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

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

$IPVSB$ – скорость передачи одного видеопотока.

$$IPVS\ MNB = 15 * 7.92 = 118,8, \text{ Мбит/с}$$

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

$$IPVS\ MNB = 5 * 7.92 = 39,6 \text{ Мбит/с,}$$

$$IPVSUNB = 2 * 7.92 = 15,84 \text{ Мбит/с.}$$

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

$$IPVS\ MNB_{\max} = IPVS\ MSM * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (4.14)$$

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

$IPVSB$ – скорость передачи одного видеопотока.

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$IPVS\ MNB_{max} = 42 * 7.92 = 332,64 , \text{ Мбит/с}$$

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

$$AB = IPVS\ MNB + IPVS\ UNB , \text{ Мбит/с} \quad (4.15)$$

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

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

$$AB = 118,8 + 55,44 = 174,24 , \text{ Мбит/с.}$$

$$AB = 39,6 + 15,84 = 55,44 \text{ Мбит/с.}$$

4.3 Расчет пропускной способности для передачи данных (доступ к сети Интернет)

Создающий трафик при передачи различного рода данных обладает одной отличительной чертой - неравномерная интенсивность. В ЧНН кол-во активных абонентов может быть различным, поэтому при подсчете используется краткий (5 минут) временной интервал внутри ЧНН.

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Максимальное число активных абонентов за этот интервал времени вычисляется параметром Data Average Activity Factor (DAAF):

$$AS = TS * DAAF, \text{ аб} \quad (4.16)$$

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

DAAF – процент абонентов, находящихся в сети в ЧНН.

$$AS = 48 * 0.8 = 39, \text{ аб}$$

$$AS = 16 * 0.8 = 13, \text{ аб}$$

Абоненты имеют два канала: канал приема данных downstream и канал отправки данных upstream, причем обычно канал upstream меньше downstream.

Чтобы определить среднюю пропускную способность сети, нужную для нормальной работы пользователей, воспользуемся следующим соотношением:

$$BDDA = (AS * ADBS) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с} \quad (4.17)$$

где AS - количество активных абонентов, аб,

ADBS – средняя скорость приема данных, Мбит/с,

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

$$BDDA = (39 * 30) * (1 + 0.1) = 1287 \text{ Мбит/с.}$$

$$BDDA = (13 * 30) * (1 + 0.1) = 429 \text{ Мбит/с.}$$

Средняя пропускная способность для передачи данных

$$BUDA = (AS * AUBS) * (1 + ОНУ), \text{ Мбит/с} \quad (4.18)$$

где AS - количество активных абонентов, аб,

AUBS – средняя скорость передачи данных, Мбит/с

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

$$BUDA = (39 * 10) * (1 + 1.15) = 448,5 \text{ Мбит/с.}$$

$$BUDA = (13 * 10) * (1 + 1.15) = 279,5 \text{ Мбит/с.}$$

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Максимальная пропускная способность сети, т.е. при которой абонент сможет передавать и принимать данные на максимальной скорости в ЧНН может определяться с помощью коэффициента Data Peak Activity Factor (DPAF):

$$PS = AS * DPAF, \text{ аб} \quad (4.19)$$

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

$$PS = 39 * 0.7 = 28$$

$$PS = 13 * 0.7 = 9.1$$

Максимальная пропускная способность определяется за короткий период времени (1 секунда). Она описывает ситуацию, когда прием и передача данных по сети происходят одновременно несколькими пользователями. Максимальная пропускная способность, требуемая для приема данных в час наибольшей нагрузки

$$BDDP = (PS * PDBS) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с} \quad (4.20)$$

где PDBS – пиковая скорость приема данных, Мбит/с.

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$BDDP = (28 * 100) * (1 + 0.1) = 3080 \text{ Мбит/с.}$$

$$BDDP = (9,1 * 100) * (1 + 0.1) = 1001 \text{ Мбит/с.}$$

Пиковая пропускная способность для передачи данных в ЧНН

$$BUDP = (PS * PUBS) * (1 + ОНУ), \text{ Мбит/с} \quad (4.21)$$

где PUBS – пиковая скорость передачи данных, Мбит/с.

$$BUDP = (28 * 30) * (1 + 0.15) = 966, \text{ Мбит/с.}$$

$$BUDP = (9.1 * 30) * (1 + 0.15) = 313,95 \text{ Мбит/с.}$$

Для проектирования сети необходимо использовать максимальный результат значения полосы пропускания среди пиковых и средних значений для исключения перегрузки сети

$$BDD = \text{Max} [BDDA; BDDP], \text{ Мбит/с} \quad (4.22)$$

$$BDU = \text{Max} [BUDA; BUDP], \text{ Мбит/с} \quad (4.23)$$

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

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

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

$$BDD = \text{Max}[1287; 3080] = 3080 \text{ , Мбит/с,}$$

$$BDU = \text{Max}[448,5; 966] = 966 \text{ , Мбит/с.}$$

$$BDD = \text{Max}[429; 1001] = 1001 \text{ Мбит/с,}$$

$$BDU = \text{Max}[279,5; 313,95] = 313,95 \text{ Мбит/с.}$$

Общая пропускная способность одного сетевого узла, которую необходимо организовать для приема и передачи данных с требуемыми параметрами скорость

$$BD = BDD + BDU, \text{ Мбит/с} \quad (4.24)$$

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

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

$$BD = 3080 + 966 = 4046 \text{ Мбит/с.}$$

$$BD = 1001 + 313,95 = 1314,95 \text{ Мбит/с.}$$

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

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

$$\text{ПП}_{\text{узла}} = \text{ПП}_{\text{pWAN}} + \text{AB} + \text{BD} \quad (4.25)$$

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.

$$\text{ПП}_{\text{узла}} = 0,35 + 174,24 + 4046 = 4220,59 \text{ Мбит/с.}$$

$$\text{ПП}_{\text{узла}} = 0,35 + 55,44 + 1370,74 = 1423,53 \text{ Мбит/с.}$$

В ходе полученных результатов можно сформулировать вывод, что для организации такой пропускной способности необходимо использовать на уровне агрегации оборудование 10 Gb Ethernet, а на уровне ядра должно быть оборудования с высокой коммутирующей способностью.

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

5 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРУЕМОЙ СЕТИ СВЯЗИ

5.1 Выбор оборудования для проектируемой мультисервисной сети связи ЖК «Атомград» г.Курчатов

В жилом комплексе «Атомград» мультисервисная сеть связи будет построена по технологии FTТх ,а именно по архитектуре FTТВ на базе Fast Ethernet. С учетом расчётов нагрузки необходимо брать на уровень агрегации оборудование с 10 Gb Ethernet , а на уровень ядра должно быть оборудование высокой коммутирующей способностью. На уровне доступа важно учесть, что главной функцией этого уровня, является транспортировка абонентского трафика до уровня агрегации. Оборудование уровня доступа и уровня агрегации будут размещены на верхнем этаже здания, в техническом помещении, в специальных антивандальных шкафах. В антивандальные шуафы помещается источник беспроводного питания и сетевой фильтр для обеспечения безопасности оборудования от скачков напряжения. От уровня доступа до оборудования абонентов протягивается витая пара UTP. В промежутках между этажами он будет протягиваться по пластиковому кабель-каналу. На рисунки 5.1 показан примерный план размещения оборудования в многоэтажном доме.

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

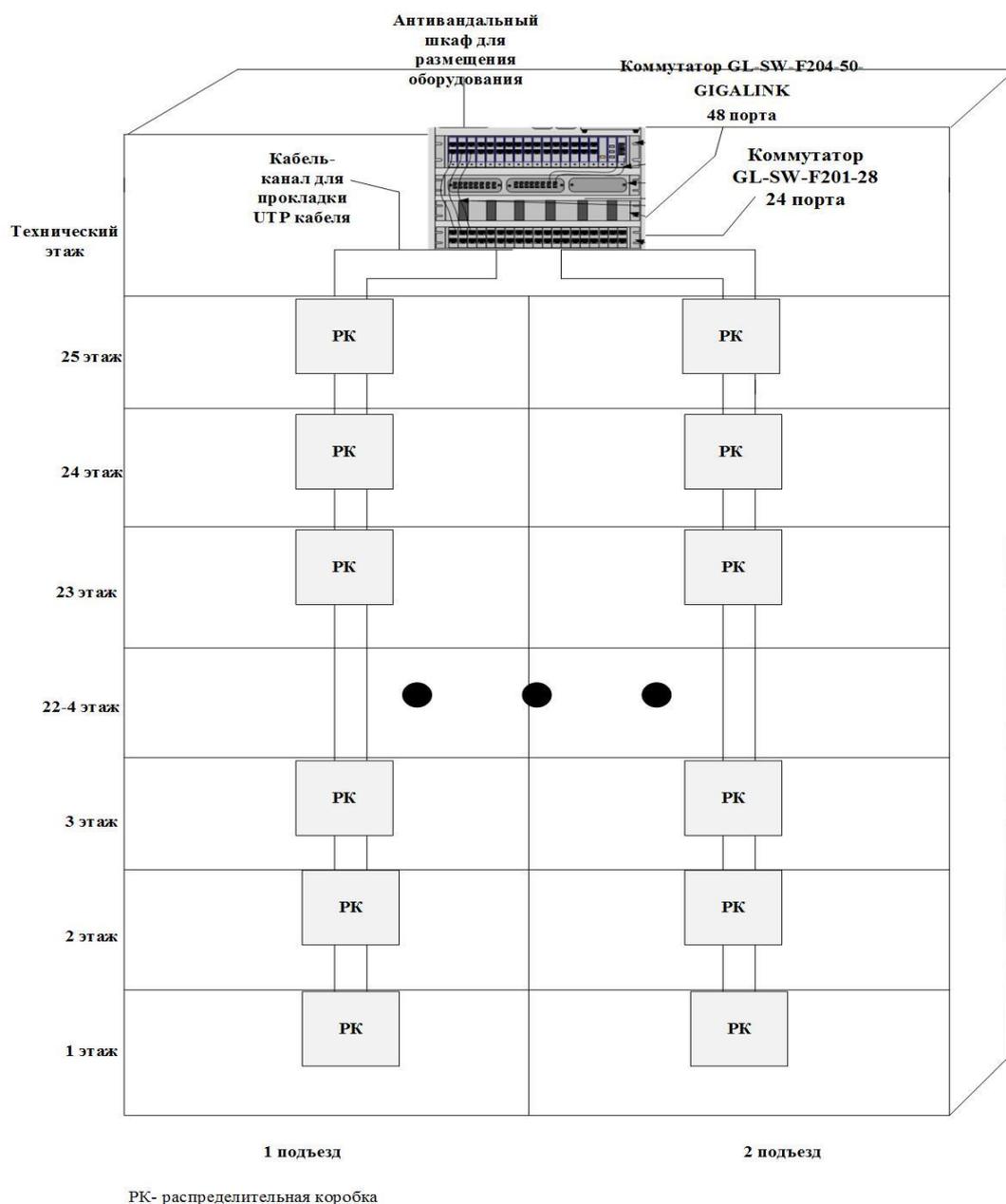


Рисунок 5.1-План размещения оборудования доступа в жилом доме

За безопасность оборудования и кабельных систем отвечает управляющая компания, которая обслуживает дома. Провайдер обязан предоставить услугу в полном объёме и в дальнейшем следить за постоянством её предоставления. Оборудование, которое вышло из строя, он должен в кратчайшие сроки поменять, при повреждениях кабеля так же должен устранить неполадки. Если оборудование вышло из строя по вине абонента или других лиц, то

- GIGALINK;
- АЛСиТЕК и т.д;

Для уровня доступа было выбрано оборудование серии GL-SW-F204-50. GIGALINK представляет новейшие модули коммутаторов L2 Ethernet с 48 портами Fast Etherneti GL-SW-F201-26F с 24 SFP портами. Максимальное количество сетевых подключений — 53 Количество основных портов — 48 SFP 100BASE-T Дополнительные порты — 2 RJ-45 10/100/1000 BASE-TX, 2 SFP 1000BASE-T, 1 Console.

Высокопроизводительная архитектура с 36Gbps коммутационной матрицей и 13.1 Mpps скорость пересылки. Их возможности коммутации аппаратных средств проводной сети обеспечивают безотказный и надежный доступ не только для предприятий, но и для поставщиков услуг Интернета и операторов связи. [9]

Так же для уровня доступа, исходя из расчёта количество портов коммутатора, нужно брать ещё один коммутатор на 24 порта, в котором 16 портов будут загружены, а оставшиеся 8 будут давать нулевой трафик. Для коммутатора с 24 партами было выбрано оборудование той же марки ,что и для 48 портового управляемого коммутатора GIGALINK второго уровня, разработанные для MAN и корпоративных сетей на основе высокопроизводительного оборудования нового поколения, поддерживает такие функции, как мощный ACL, QinQ, VLAN, OAM Ethernet и QoS операторского уровня. Различные режимы управления, гибкие режимы установки, защита портов, с низким уровнем потребления и бесшумной системой охлаждения отвечают всем требованиям современных систем связи. Максимальное количество сетевых подключений — 28 Количество основных портов — 24 портов RJ-45 10/100BASE-T Дополнительные порты — 4 Combo TX/SFP. [10]

Оборудование для уровня агрегации GL-SW-G301-40F. Сорока портовый L3 управляемый коммутатор GL-SW-G301-40F с мас-таблицей до 64 тысяч

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

адресов, производительностью 256Gbps и универсальным набором портов. Авто-определение скорости и полярности сведет к минимуму время и сложность подключения. Низкий уровень шума позволяет монтаж не только в изолированных помещениях, но и в рабочих, таких как офисы, комнаты и другие помещения. Сетевые порты 24 портов 100/1000Mbps SFP, 8 1Gbps, 8 SFP+ 10Gbps, 1 MiniUSB Console. Применение: Ethernet.

Оборудование уровня ядра GL-SW-X304-24SQ. Управляемый коммутатор GIGALINK,L3,24*10GSFP+,2*40GQSFP+,1miniUSB,2*RJ45(консоль+управление) Двадцати четырех портовый L3 управляемый стекируемый коммутатор GL-SW-X304-24SQ с mac-таблицей до 128 тысяч адресов, производительностью 640Gbps с поддержкой 40Гб/с интерфейсов. Два слота для блоков питания снижают вероятность выхода из строя, мощная система охлаждения, состоящая из 5 быстро заменяемых блоков эффективно справляется с тепловыделением коммутатора.

Голосовой шлюз SMG-1016M с функциями IP-АТС. Платформа SMG-1016M может использоваться в качестве транкового шлюза для сопряжения сигнальных и медиа потоков TDM и VoIP-сетей, IP-АТС с поддержкой функций ДВО и COPM, а также выступать универсальным решением для построения инфокоммуникационных сетей связи нового поколения. Широкая функциональность, строгое соответствие стандартам и высокая надёжность операторского класса позволяют решать на базе SMG-1016M большинство возникающих у операторов и сервис-провайдеров задач. SMG-1016M обеспечивает возможность равномерного распределения инвестиций на масштабирование в течении всего периода реализации проекта. Шлюз поддерживает от 4 до 16 потоков E1 (OKC7, PRI) и от 128 до 768 каналов VoIP. Строгое соответствие требованиям современных протоколов, рекомендаций и стандартов обеспечивает 100% функциональную совместимость SMG-1016M с различным оборудованием: цифровыми АТС, IP-

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

АТС, Softswitches, VoIP-шлюзами, SIP-телефонами, программными SIP-клиентами и др. [11]

Оборудование IP-TV. Структура IP-TV предоставляет пользователям возможность просмотра ТВ каналов по интернет сети. Функциональная часть сети IP-TV представляет собой следующие подсистемы:

- Приема и обработки контента;
- Видеосерверов;
- Защита контента;
- Управления комплексом и услугами;
- Мониторинга;
- Абонентского доступа;

Для услуги IP-TV необходимо соответствующее оборудование, которое формулирует цифровые видеопотоки. Приставка STB выполняет декодирование IP-TV сигнала, которая соответственно подключается к телевизору (ноутбуку и планшету) клиента. Для ноутбука и планшета достаточно будет воспользоваться специальным плеером (Smart-TV, Open-TV).

Для организации услуги IPTV будет закуплено оборудование компании DVB-C + IPTV. Экономичное решение для вещания кодированных DVB-C (+IPTV) каналов основано на шасси DMM-1000 и шасси DX-328. DMM-1000 получает на вход сигналы с 8 спутниковых транспондеров (цифровых эфирных транспондеров) и передает их по TS/IP протоколу на шасси IP/QAM трансмодуляторов со встроенными скремблерами DX-328. Каждый из трех модулей DX-328, установленный в шасси, принимает до 256 SPTS TS/IP потоков с суммарным битрейтом до 840 Мбит/сек, демультиплексирует эти потоки и, получая команды от сервера с системой кодирования по IP протоколу, кодирует их и отправляет на 8 встроенных QAM модуляторов. В результате оператор получает 8 DVB-C несущих с кодированными каналами для вещания в коаксиальную распределительную сеть. Любой из входных TS/IP SPTS сигналов может быть направлен на любой демультиплексор и любой QAM

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

модулятор. DX-328 заслуживает особого внимания при строительстве IP/QAM головных станций, так как обладает высокой производительностью и гибкостью настроек, а также имеет небольшую сравнительную стоимость. Максимальная конфигурация DX-328 (шасси 1U с тремя модулями DX-328) позволяет подавать на ее вход до 768 IP/TS SPTS потоков и формировать 24 DVB-C QAM несущих с общим числом телевизионных кодированных каналов около 240. В то же время, DX-328 имеет параллельные QAM выходам TS/IP выходы, что упрощает передачу сформированных QAM пакетов по TS/IP протоколу на удаленные головные станции. Удаленные головные станции могут быть оборудованы DX-308A для обратной конвертации TS/IP потоков в DVB-C пакеты. [13]

На рисунки 5.1.3 приведена схема спроектированной сети связи жилого комплекса «Атомград» г. Курчатова.

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

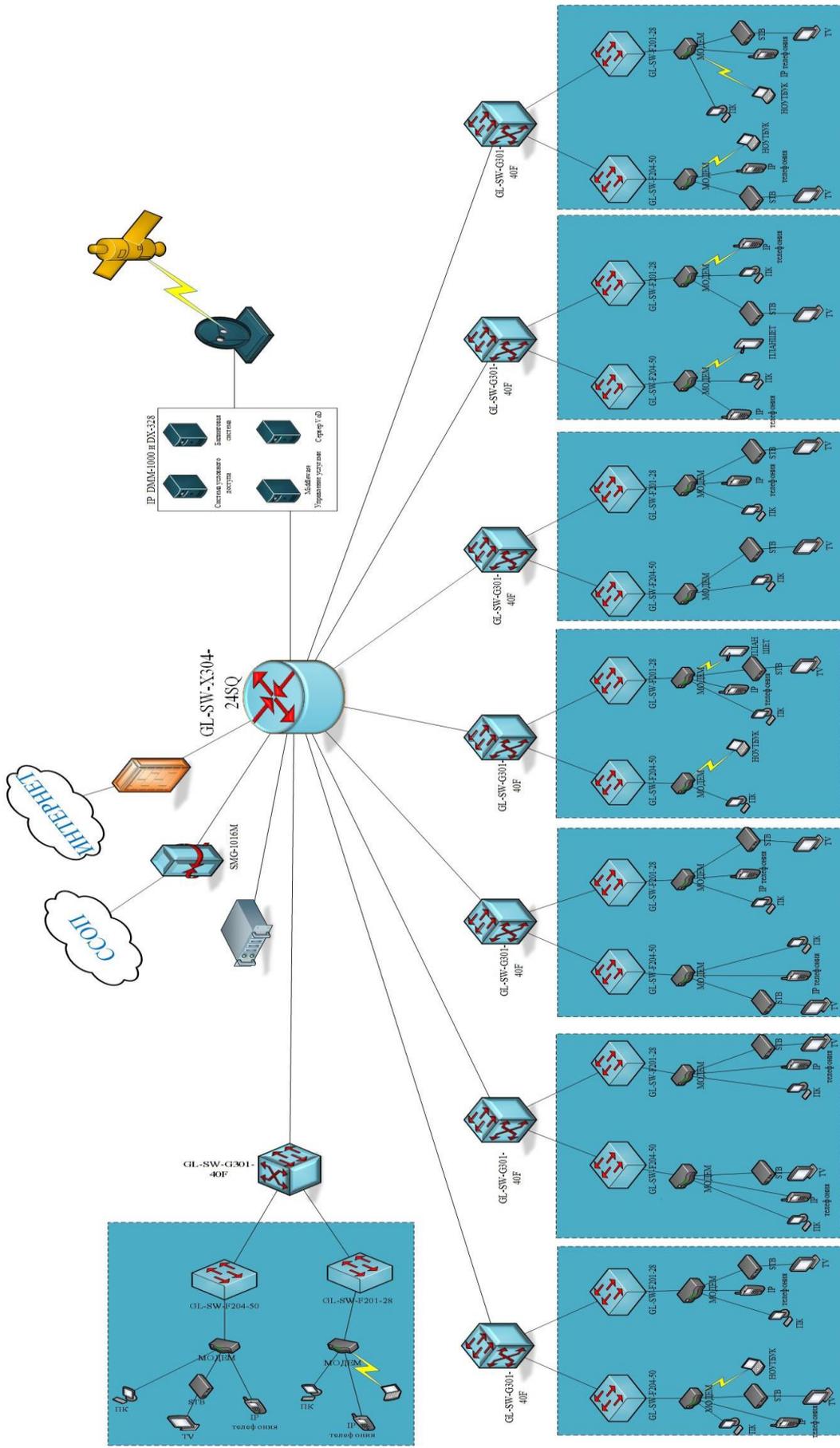


Рисунок 5.3 - Схема проектируемой мультисервисной сети связи «Атомград» г.Курчатов

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.231.ПЗВКР

Топология сети звезда - такая топология предоставляет надёжность, т.к каждый агрегатор будет подключен к маршрутизатору через 10 Гбит/с индивидуальный интерфейс. Топология «Звезда» на сегодняшний день стала основной при построении локальных сетей. Это произошло благодаря ее многочисленным достоинствам:

- Выход из строя одной рабочей станции или повреждение ее кабеля никак не отражается на работе всей сети в целом;
- Оптимальная масштабируемость: для подключения новой рабочей станции достаточно проложить от коммутатора отдельный кабель;
- Простой поиск и устранение неисправностей и обрывов в сети;
- Высокая производительность;
- Простота настройки и администрирования;
- В сеть легко встраивается дополнительное оборудование.

5.2 Выбор типа линии связи.

Выше было сказано, что для проектирования сети лучше применять проводную сеть связи, по технологии Ethernet. Технология Ethernet позволяет применить для прокладки линии связи выбрать медный и оптоволоконный кабель. В данном проекте рассматривается 3 уровня линии связи:

- Уровень ядра;
- Уровень агрегации;
- Уровень доступа.

Глобальная часть затрат уйдет на строительство-монтажные работы, куда входят показатели волоконно-оптических линий связи по качеству, скорости передачи весьма больше, нежели у медного кабеля, на этом участке правильней будет выбрать волоконно-оптическую линию связи.

В данной сети связи прокладка кабеля будет производиться в грунте. Для

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

реализации имеющейся сети потребуется 1,4 км 8 волоконно-оптического кабеля ОМЗКГЦ-10-01-0,22-4-(8,0). Оптический кабель марки ОКЦ применяется для прокладки в кабельной канализации, трубах, коллекторах на мостах, в грунте и в шахтах. Кабель предназначен для прокладки в грунтах всех категории, кроме подверженных мерзлотным деформациям, в кабельной канализации, трубах, блоках, коллекторах, шахтах, тоннелях, мостах и через неглубокие болота и несудоходные реки.

Конструкция:

- Оптическое волокно производства Fujikura, Corning, Draka;
- Гидрофобный наполнитель в модуле;
- Модуль - центральная трубка из полибутилентерефталата;
- Гидрофобный наполнитель между броней и модулем;
- Броня из круглых стальных оцинкованных проволок;
- Защитный шланг из полиэтилена.

Условия эксплуатации и монтажа:

- Температурный диапазон эксплуатации- от минус 40°С до плюс 70°С ;
- Кабели предназначены для монтажа и прокладки ручным и механизированным способами при температуре не ниже минус 10°С ;
- Допустимый радиус изгиба при монтаже не менее 20 номинальных диаметров кабеля при эксплуатации и не менее 250 мм при прокладке и монтаже;
- Срок службы кабелей, не менее - 25 лет;
- Кабели стойки к воздействию плесневых грибов, росы, дождя, инея, соляного тумана, солнечного излучения, стойки к повреждению грызунами;

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Кабель поставляется на деревянных барабанах в соответствии с ГОСТ 18690. [14]

Количество оптических волокон в кабеле - от 4 до 16. Срок службы не менее 25 лет. Стоимость кабеля за 1км составит 33380 рубля.



Рисунок 5.4 - Кабель ОМЗКГЦ

На рисунке 5.4 показана проектируемая схема трассы прокладки кабелей в грунте г.Курчатов жк «Атомград».



Рисунок 5.5-Ситуационная схема трассы прокладки кабеля

На рисунке 5.5 в виде белых кругов заданы точки ввода оптического кабеля в дом к коммутаторам доступа.

От коммутаторов доступа до клиентского оборудования прокладывается медный кабель UTP марки PVC Cabeus UTP-100P-Cat.5-IN. Кабеля витой пары понадобится 7000 метров. Количество пар в кабеле составляет 100 пар, которые позволят, обеспечить 50 абонентов связью. Нужно помнить, что Ethernet соединение работает на 100 метрах, многоэтажные дома жилого комплекса «Атомград» в высоту равно 75 метров. Цена такого кабеля составит 446 рублей за 1 метр. На рисунке 5.2.3 приведен план расположения оборудования на этаже, в 25 этажном доме.

Описание:

- Неэкранированный многопарный медный кабель, 100 пар, категория 5, одножильный;

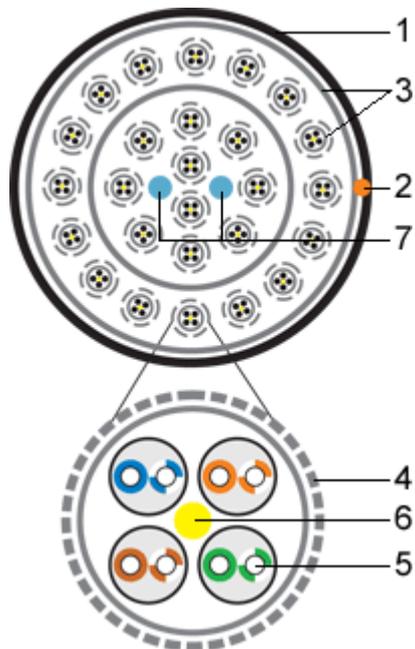
					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

- Кабель подходит для использования внутри помещений;
- Разделение пар: 4 пучка по 5 модулей по 5 витых пар в каждом модуле (2x5x5);
- Пучки и модули обвиты (промаркированы) полимерной лентой индивидуального цвета;
- Цветовая маркировка в каждом пучке (25 витых пар) повторяется;
- Каждый пучок (25 витых пар) разбит на 5 модулей (5 витых пар);

Технические характеристики:

- Диаметр проводника (жилы): 0,5 мм (24 AWG);
- Диаметр проводника с оболочкой: 0,9 мм;
- Внешний диаметр (размер) кабеля: 25 мм;
- Толщина внешней оболочки: 1,5 мм;
- Минимальный радиус изгиба: 10 внешних диаметров кабеля;
- Удлинение жилы: не менее 14% ;
- Усилие на разрыв рипкорда: 10 кг;
- Растягивающее усилие: 500 Н;
- Прочность на разрыв: 600 Н;
- Температура прокладки: -5°С до +40°С;
- Рабочая температура: -20°С – +50°С;
- Вес 1 км кабеля: 600кг. [15]

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



- 1 – Внешняя оболочка
- 2 – Рипкорд
- 3 – Защитная пленка
- 4 – Полимерная лента
- 5 – Витая пара solid
- 6 – Маркировочная лента
- 7 – Центральный силовой элемент

Рисунок 5.6 - медный кабель UTP марки PVC Cabeus UTP-100P-Cat.5-IN

На рисунке показано строение 100 парного кабеля UTP.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.231.ПЗВКР

Лист

50

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

Охрана труда является первоосновой работы любого предприятия и организации. Право на безопасный труд гарантировано государством и находится на постоянном контроле. Когда речь заходит о предприятиях связи, у профессионала сразу возникают мысли о факторах риска, связанных с работой в данной отрасли. Она считается одной из наиболее опасных. Потому охрана труда на предприятиях связи является неотъемлемой частью рабочего процесса. За нарушение правил, а именно если они повлекли за собой причинение вреда здоровью работника или окружающей среде, введены наказания в виде административного законодательства (штраф), так и уголовная ответственность в виду серьёзных нарушений. По этим случаям на предприятии существуют ответственные лица, смотрящие за исполнением работниками введенных правил.

Министерство связи РФ жестко регламентирует деятельность организаций в данной отрасли. Ими должны неукоснительно выполняться правила при работах на кабельных линиях связи и радиофикации. Охрана труда на предприятиях связи имеет свои особенности, связанные со спецификой деятельности. Они касаются, в первую очередь, вредных и опасных производственных факторов, которые могут сопровождать технологический процесс (погодные условия, высота, освещение). [18]

6.1 Меры по охране окружающей среды.

В соответствии с Конституцией Российской Федерации каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, каждый обязан сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам, которые являются основой устойчивого развития, жизни и деятельности народов, проживающих на территории Российской Федерации. Настоящий Федеральный за-

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

кон определяет правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды, обеспечивающие сбалансированное решение социально-экономических задач, сохранение благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия и природных ресурсов в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений, укрепления правопорядка в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.

Настоящий Федеральный закон регулирует отношения в сфере взаимодействия общества и природы, возникающие при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, связанной с воздействием на природную среду как важнейшую составляющую окружающей среды, являющуюся основой жизни на Земле, в пределах территории Российской Федерации, а также на континентальном шельфе и в исключительной экономической зоне Российской Федерации. [19]

Нарушение требований в области охраны окружающей среды влечет за собой приостановление по решению суда размещения, проектирования, строительства, реконструкции, ввода в эксплуатацию, эксплуатации, консервации и ликвидации зданий, строений, сооружений и иных объектов.

Прекращение в полном объеме размещения, проектирования, строительства, реконструкции, ввода в эксплуатацию, эксплуатации, консервации и ликвидации зданий, строений, сооружений и иных объектов при нарушении требований в области охраны окружающей среды осуществляется на основании решения суда и (или) арбитражного суда.

В отрасли связи, к основным работам, связанным с окружающей средой, относятся земляные работы, канализационных люках, шахт, рек. Которые проводятся при построении кабельной инфраструктуры. При проведении работ на земле, где имеется плодородная почва, необходимо обеспечить мероприятия по ее сохранению: аккуратное снятие пласта плодородной почвы и дальнейшая его защита до момента окончания работ.

При работе с передвижными источниками электроэнергии (дизельные ге-

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

нераторы) следует исключить попадание вредных веществ в почву, водоемы.

6.2 Техника безопасности и охрана труда на предприятиях связи

В законодательных актах РФ существуют документы, в которых подробно описаны правила по охране труда на предприятии при организации и проведении работ. Основными документами являются «Положение об организации работы по охране труда на предприятиях, в учреждениях и организациях, подведомственных Министерству связи Российской Федерации», утвержденное Приказом Минсвязи России от 24.01.94 N 18, и «Рекомендации по организации работы службы охраны труда на предприятиях, в учреждениях и организациях от 27.02.95 N 34-у», «Правила эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила устройства электроустановок (ПУЭ)».

Оборудование обязано соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003, требованиям ТУ на оборудование, требованиям ОСТ и стандартов предприятия на отдельные группы и виды оборудования. В этих документах описывается порядок допуска работника к выполнению конкретных видов работ. Указывается необходимость проведения инструктажей различных уровней перед началом проведения работ.

Указываются перечень необходимых мероприятий, которые должны быть реализованы с целью обеспечения безопасности сотрудника и окружающих при проведении работ (предупреждающие таблички, сигналы, наличие защитной одежды и т.д.). Указаны правила по проведению работ, а именно порядок согласования с руководством и сторонними организациями, порядок проведения самих работ и уборка места по их завершении. В документах зафиксирована ответственность руководства за нарушение норм техники безопасности, в частности, если нанесен вред здоровью человека. Помимо этого, указана ответственность работника за несоблюдение норм техники безопасности, которые предусмотрены положением по охране труда на предприятии. Рабочие обязательно должны проходить инструктаж по технике

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

безопасности при трудоустройстве, а также периодически подтверждать свои знания на специальных экзаменах. Работник обязан знать правила оказания первой медицинской помощи, и уметь ее оказывать. [20]

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

7 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

Раздел должен содержать расчеты технико-экономических показателей проекта, а именно:

- Капитальные вложения в проект;
- Уровень доходов;
- Рентабельность;
- Срок окупаемости.

Все расчеты выполнены на основании сметы затрат на приобретение необходимого оборудования. Все затраты на оборудование, кабельную продукцию и проведение строительно-монтажных работ по установке оборудования и прокладке линий связи взяты с методические рекомендации по выполнению технико-экономического обоснования выпускных квалификационных работ.

7.1 Расчет капитальных вложений на оборудование и строительно-монтажные работы

В расчет капитальных вложений включено все необходимое оборудование, комплектующие для его монтажа и установки, специализированное программное обеспечение и т.д. Общая смета затрат приведена в таблице 5. Данные из таблицы взяты с официальных электронных магазинов: <http://www.giga-link.ru/>, http://www.xcomspb.ru/zyxel_zywall_1100_379443.html, http://www.stss.ru/products/proliant_DL/HP_ProLiant_DL380_Gen9.html,

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 7.1. – Капитальные вложения в оборудование и материалы

№ п/п	Наименование	Кол-во единиц	Стоимость, руб.	
			за единицу	всего
1	Коммутатор GL-SW-F204-50-GIGALINK	64	31 783	2034112
2	Коммутатор GL-SW-F201-28	16	12407	198512
3	Voice gateway SMG-2016M	1	97500	97500
5	Коммутатор GL-SW-X304-24SQ	1	475800	475800
6	биллинг Carbon Blling5	1	116205	116205
7	Система авторизации Carbon Campus Server	1	140 000	140000
8	DMM-1000 и DX-328	1	800 000	800000
9	Межсетевой экран Zyxel ZyWALL 1100	1	193108	193108
10	Сервер HP PROLIANT DL 380 GEN9	1	216810	216810
11	Коннекторы US005A RJ-45 8p8c	4000	5	20000
12	Антивандальные шкафы NETLAN (EC-WP-075240-GY)	16	3506	56096
13	Стойка 33U двух рамная 19"	5	3940	19700
14	ИБП FSP VIVA 600 FSP	200	2 250	450000
15	Сетевой фильтр Sven Platinum	200	1 050	210000
16	ПО Mail-сервера	1	65 000	65000
17	ПО DNS-сервера	1	60 000	60000
18	ПО FTP и HTTP серверов	1	130 000	130000
19	Муфты МТОК-А1/216-1КТ3645-К-77	4	5822	23288
20	Коробка распределительная для кабель-каналов 75x75x35 мм, цвет белый	200	275,57	55114
21	Кабель оптический ОМЗКГЦ-10-01-0,22-4-(8,0)	1400	33,38	46732
22	Кабель PVC Cabeus UTP-100P-Cat.5-IN	7000	446	3122000
Итого: 8529977				

При приобретении оборудования обычно предусматриваются следующие расходы:

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

$K_{тр}$ – транспортные расходы в т.ч. таможенные расходы (4% от $K_{пр}$);

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

$K_{т/у}$ – расходы на тару и упаковку (0,5% от $K_{пр}$);

$K_{зср}$ – заготовительно-складские расходы (1,2% от $K_{пр}$);

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

Общие затраты на прокладку кабеля составят:

$$K_{каб} = L * Y \quad (7.1)$$

где L – длина трассы прокладки кабеля;

Y – стоимость 1 км. прокладки кабеля.

$$K_{каб} = L * Y = 1400 * 250 + 3200 * 300 = 1310000 \quad (7.2)$$

Таким образом, общие капитальные вложения рассчитываются как:

$$KB = K_{об} + (K_{пр} + K_{тр} + K_{смр} + K_{т/у} + K_{зср} + K_{ппр})K_{об} + K_{каб}, \text{ руб} \quad (7.3)$$

$$KB = 8529977 + 8529977 * (0.04 + 0.2 + 0.03 + 0.012 + 0.005) + 1310000 = 12390440123, \text{ руб}$$

7.2 Калькуляция эксплуатационных расходов

Эксплуатационными расходами называются текущие расходы предприятия на производство или предоставление услуг. В состав эксплуатационных расходов входят все расходы на содержание и обслуживание сети. Эти расходы имеют текущий характер. Эксплуатационные расходы по своей экономической сущности выражают себестоимость услуг связи в

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

денежном выражении.

Для определения эксплуатационных расходов по проекту используются следующие статьи:

1. затраты на оплату труда;
2. страховые взносы;
3. амортизация основных фондов;
4. материальные затраты;
5. прочие производственные расходы.

Для расчета годового фонда заработной платы необходимо определить численность штата производственного персонала.

Проект предполагает создание новой сети, необходимо спланировать количество рабочих, которое позволит своевременно и эффективно выполнять задачи по развертыванию сети и подключение новых абонентов к сети.

Таблица 7.2 – Состав персонала по обслуживанию оборудования

Наименование должности	Оклад	Количество, чел.	Сумма з/п, руб.
Ведущий инженер	35000	1	35 000
Инженер 1 кат.	28000	2	56 000
Инженер-программист	22000	2	44 000
Монтажник	18000	3	54 000
Итого:		8	189 000

Годовой фонд оплаты труда для персонала рассчитывается как:

$$\Phi_{OT} = \sum_{i=1}^K (T * P_i * I_i) * 12, \text{ руб} \quad (7.4)$$

$$\Phi_{OT} = 189000 * 12 = 2268000, \text{ руб}$$

Где: I_i – количество работников каждой категории;

P_i – заработная плата работника каждой категории, руб; 12 – количество месяцев; T – коэффициент премии (если премии не предусмотрены, то $T=1$).

Страховые взносы как видно, на сегодняшний день (2017 год) этот показатель составляет порядка 30% от заработной платы.

$$CB = ФОР * 0,3, \text{ руб} \quad (7.5)$$

$$CB = 2268000 * 0,3 = 680400$$

Под амортизацией понимается процесс постепенного возмещения стоимости основных фондов, в целях накопления средств, для реконструкции и приобретения основных средств. Самым распространенным способом оценки амортизации является учет амортизации, составленный исходя из общего срока службы основных фондов, в этом случае:

$$AO = T / F, \text{ руб} \quad (7.6)$$

$$AO = 8529977 / 10 = 852997,7, \text{ руб}$$

Где Т – стоимость оборудования,

F – срок службы этого оборудования.

Величина материальных затрат включает в себя оплату электроэнергии для производственных нужд, затраты на материалы и запасные части и др. Эти составляющие материальных затрат определяются следующим образом:

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

$$Z_{эн} = T * 24 * 365 * P \quad (7.7)$$

$$Z_{эн} = 3,56 * 24 * 365 * 5.1 = 15904656$$

Где Т – тариф на электроэнергию (руб./кВт · час),

P – мощность установок (кВт).

Стоимость кВт выбирается в зависимости от конкретного региона, в котором планируется строительство сети. Цены тарифов Курской области по

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

электронному адресу: <http://energovopros.ru/spravochnik/elektrosnabzhenie/tarify-na-elektroenergiju/3029/46356/>

б) затраты на материалы и запасные части составляют.

$$Z_{мз} = 0 \quad (7.8)$$

Общие материальные затраты равны:

$$Z_{общ} = 159046 \quad (7.9)$$

Где $Z_{эн}$ – затраты на оплату электроэнергии;

$Z_{м}$ – материальные затраты.

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

$$Z_{пр} = ФОТ * 0,05 = 2268000 * 0.05 = 113400 \quad (7.10)$$

$$Z_{эк} = ФОТ * 0,07 = 2268000 * 0.07 = 158760 \quad (7.11)$$

где ФОТ – годовой фонд оплаты труда.

Таким образом, вычислим прочие расходы:

$$Z_{прочие} = 113400 + 158760 = 272160, \text{ руб.}$$

Результаты расчета годовых эксплуатационных расчетов сводятся в общую таблицу 7.3

Таблица 7.3 – Годовые эксплуатационные расходы

Наименование затрат	Сумма затрат, руб.
1. ФОТ	2268000
2. Страховые взносы	680400
3. Амортизационные отчисления	852997.7
4. Материальные затраты	159046
5. Прочие расходы	272160
6. Аренда канала для ПД	1400000
ИТОГО	5632603

7.3 Определение доходов от основной деятельности

Доходы провайдера от предоставления услуг населению имеют два вида – единоразовые (оплата за подключение услуги) и периодические (абонентская плата за предоставление доступа к услугам). Разовая оплата за подключение к сети сейчас уже не распространена среди провайдеров, поэтому примем в расчет, что подключение абонента к сети будет бесплатное. Срок окупаемости вложений будет зависеть от получаемого дохода, который основан на количестве подключенных абонентов. Предполагаемое количество абонентов, которое будет подключаться к сети в определенный период, приведено в таблице 7.4

Таблица 7.4 – Количество подключаемых абонентов по годам

Год	Доступ к сети Интернет	IP-TV	IP-телефония	VOD
1	1600	598	480	83
2	800	440	240	83
3	400	220	120	84
Всего абонентов	3200	1258	840	250

Т.к. других провайдеров в ЖК нет, то можно рассчитывать на достаточно быстрое присоединение абонентов к сети, т.е. за 3 года должны подключиться все потенциальные абоненты. В первый год планируется подключить минимум 50% от общего количества абонентов. Тарифы за пользование услугами будут показаны в таблице 7.5

Таблица 7.5 - Абонентские тарифы

	Интернет	IP-TV	IP-телефония	VOD
Цена, руб	450 за 40 мБит/с	320	120	100

На основании определенной цены за услуги проведен расчет ежегодного дохода.

Таблица 7.6 – Общие доходы от подключения абонентов и предоставления услуг по годам.

Год	Доход, руб.	
	За месяц	За год
1	977260	11727120
2	537900	6454800
3	273200	3278400

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

7.4 Определение оценочных показателей проекта

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

Срок окупаемости можно оценить при использовании расчета чистого денежного дохода (*NPV*), который показывает величину дохода на конец *i*-го периода времени. Метод основан на сопоставлении величины исходных инвестиций (*IC*) с общей суммой дисконтированных чистых денежных поступлений (*PV*) за весь расчетный период. Иными словами этот показатель представляет собой разность дисконтированных показателей доходов и инвестиций, рассчитывается по формуле (7.12):

$$NPV = PV - IC \quad (7.12)$$

Где PV – денежный доход, рассчитываемый по формуле (7.13);

IC – отток денежных средств в начале n -го периода, рассчитываемый по формуле (7.14).

$$PV = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} \quad (7.13)$$

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

$$IC = \sum_{n=1}^m \frac{I_n}{(1+i)^{n-1}} \quad (7.14)$$

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

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

Ставка дисконта — это ожидаемая ставка дохода на вложенный капитал в сопоставимые по уровню риска объекты инвестирования на дату оценки. Примем ставку дисконта равную 11%. В таблице 10 приведен расчет дисконтированных доходов и расходов, а также чистый денежный доход с учетом дисконтирования, параметр P_n показывает доход, полученный за текущий год.

Таблица 7.7– Оценка экономических показателей проекта с учетом дисконта

Год	P	PV	I	IC	NPV
1	2	3	4	5	6
0	0	0	18023043	18023043	-18023043
1	11727120	10564973	5632603	23097460	-12532487
2	18181920	25321827	5632603	27669007	-2347180

Окончание таблицы 7.7

1	2	3	4	5	6
3	21460320	41013428	5632603	31787517	9225911
4	21460320	55150005	5632603	35497887	19652118
5	21460320	67885660	5632603	38840562	29045098
6	21460320	79359223	5632603	41851982	37507241
7	21460320	89695766	5632603	44564973	45130793

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

Точный срок окупаемости можно рассчитать по формуле:

$$PP = T + \left| NPV_{n-1} \right| / (|NPV_{n-1}| + NPV_n) \quad (7.15)$$

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.

$$PP = 3 + 2347180 / (2347180 + 9225911) = 3,2 \text{ года}$$

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

$$PI = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} / \sum_{n=1}^m \frac{I_n}{(1+i)^{n-1}} \quad (7.16)$$

Индекс рентабельности при 7 летней реализации проекта составит:

$$PI = 41013428 / 31787517 = 1,29 = 29\%$$

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

Оценка показателя IRR позволяет оценить целесообразность решений инвестиционного характера, уровень рентабельности которых не ниже цены капитала. Чем выше IRR , тем больше возможностей у предприятия в выборе источника финансирования. IRR показывает ожидаемую норму доходности (рентабельность инвестиций) или максимально допустимый уровень инвестиционных затрат в оцениваемый проект. IRR должен быть выше средневзвешенной цены инвестиционных ресурсов:

$$IRR > i \quad (7.17)$$

где i – ставка дисконтирования

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

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1) \quad (7.18)$$

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

Для данного проекта: $i_1=11$, при котором $NPV_1 = 922591$ руб.; $i_2=17$ при

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

котором $NPV_2 = -14573279$ руб.

Следовательно, расчет внутренней нормы доходности будет иметь вид:

$$IRR = 11 + 9225911 / (9225911 - (-14573279)) * (17 - 11) = 13.3$$

Таким образом, внутренняя норма доходности проекта составляет 13,3 %, что больше цены капитала, которая рассматривается в качестве 11%, таким образом, проект следует принять.

Таблица 7.8– Основные технико-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Значения показателей
Объем капитальных вложений в проект, руб.	35083970
Годовые эксплуатационные расходы, руб., в том числе:	11387792
ФОТ	2268000
Страховые взносы	680400
Амортизационные отчисления	852997.7
Материальные затраты	159046
Прочие расходы	272160
Аренда канала для ПД	1400000
Численность персонала по обслуживанию линейного тракта, чел.	8
Количество абонентов, чел.	3200
Срок окупаемости	3 года 2 месяцев
Рентабельность	29%
Внутренняя норма доходности	13,3%

Вывод к главе 5:

Расчеты экономических показателей проекта подтверждают инвестиционную привлекательность проекта в целом. Окупаемость проекта составляет 3,2 года, при этом не учтен полный спектр высокоскоростных тарифов, который может быть внедрен после оценки спроса на них.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мультисервисные сети дают возможность всем операторам связи улучшить предоставления телекоммуникационных услуг по единой инфраструктуре передачи данных.

В результате проектирования были разработаны рекомендации по построению мультисервисной сети связи жилого комплекса «Атомград» г. Курчатов. В теоретической части проекта рассмотрены следующие сетевые технологии:

- xDSL , а именно ADSL, IDSL, HDSL, VDSL, SDSL;
- Семейство технологии FTTx – FTTN, FTTC, FTTB , FTTH;
- Ethernet

После возможного сравнения по предоставлению услуг, соотношения цены-качества, была выбрана самая оптимальная и доступная технология FTTB. Для обеспечения абонентов IP-сервисами согласно концепции TriplePlay, выделен следующий перечень услуг: IP-TV, IP-телефония, широкополосный доступ к сети Интернет. Для вышеизложенных услуг был произведен расчет объемов трафика и нагрузки сети.

Исходя из полученных данных, были определены технические требования к проектируемой мультисервисной сети и с учетом этих требований подобрано оборудование. Во избежание несовместимости между сетевыми узлами, было выбрано оборудование одной фирмы GIGALINK. Были разработаны структурные схемы сети, схемы прокладки магистрального кабеля и схема распределительной домовой сети.

При проектировании были рассчитаны капитальные затраты на реализацию проекта, эксплуатационные расходы, определение доходов и оценочных показателей проекта.

Согласно вычислениям экономической части проекта, проектируемая мультисервисная сеть связи жилого комплекса «Атомград» г. Курчатов,

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

окупится в достаточно оптимальный срок-3 года и 2 месяца. Показатель рентабельности равен 29%.

Поставленные цели и задачи были выполнены в полной мере.

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мультисервисные сети и сетевые технологии [Электронный ресурс] // 1993 - 2017 Информационный центр «ТЕЛЕКОМ-СЕРВИС» - URL - http://www.tls-group.ru/it_infrastruktura/korporativnye_seti_peredachi_dannykh/setevye_tehnologii_multiservisnye_seti.php (Дата обращения 03.04.2017)
2. Курская строительная компания «Новый курс» / [Электронный ресурс] <http://newkurs46.ru/catalog/odnokomnatnye> (Дата обращения 10.04.2017)
3. xDSL технологии [Электронный ресурс] / URL - <http://www.xdsl.ru/faq-php/> (Дата обращения 20.04.2017)
4. Общие аспекты технологий DSL [Электронный ресурс]/ URL - <http://kunegin.com/ref3/dsl/03.htm> (Дата обращения 20.04.2017)
5. Технология Ethernet. Обзор технологии. Разновидности Ethernet. Стандарты Ethernet [Электронный ресурс] // Инсотел-поставка сетевого и серверного оборудования- URL - <http://www.insotel.ru/article.php?id=240>(Дата обращения 26.04.2017)
6. Обзор технологии Ethernet [Электронный ресурс] // Связь комплект URL -<https://skomplekt.com/technology/ethernet.htm> (Дата обращения 26.04.2017)
7. Жуков Сергей, Костров Алексей. Технологии для сетей FTTx [Текст] / Жуков Сергей, Костров Алексей // Общие и комплексные проблемы естественных и точных наук - ВАК 2009. 726с
8. Технология FTTB [Электронный ресурс] // URL - <http://www.konturm.ru/tech.php?id=fttb> (Дата обращения 28.04.2017)
9. Технические характеристики коммутатора GL-SW-F204-50 [Электронный ресурс]/ URL - <http://www.giga-link.ru/catalog/product/GL-SW-F204-50/>(Дата обращения 03.05.2017)
10. Технические характеристики коммутатора GL-SW-F201-28 [Электронный ресурс]/ URL - <http://www.giga-link.ru/catalog/product/GL-SW-F201-28/> (Дата обращения 03.05.2017)

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

11. Голосовой шлюз SMG-1016M [Электронный ресурс] / URL - <http://eltex-msk.ru/catalog/voip/digital-gateways/smg-1016m.html> (Дата обращения 10.05.2016)

12. Технические характеристики биллинговой системы Carbon Billing 5 и Carbon Campus Server [Электронный ресурс]/ URL - <http://www.carbonsoft.ru/carbon-campus-server> (дата обращения 11.05.2017)

13. Технические характеристики системы IP-TV на основе DMM-1000 и DX-328A [Электронный ресурс]/ URL - <http://www.dvbc.ru/index.php/solutions> (дата обращения 11.05.2017)

14. Технические характеристики для кабеля ОМЗКГЦ-10-01-0,22-4-(8,0) [Электронный ресурс] / URL - http://www.stronecs.ru/katalog-product/kabel-optiko-volokonniy/grunt/omzkgc/?prod_id=6436&add (Дата обращения 12.05.2017)

15. Технические характеристики для кабеля PVC Cabeus UTP-100P-Cat.5-IN [Электронный ресурс] / URL - <https://www.layta.ru/cabeus-utp-100p-cat-5-in.html> (Дата обращения 12.05.2017)

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

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

18. 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]/ URL - <http://www.referent.ru/1/35512> (Дата обращения 20.05.2017)

19. Постановление от 8 февраля 2000 г. N 14 «Об утверждении рекомендаций по организации работы службы охраны труда в организации» [Электронный ресурс]/ URL - www.government-nnov.ru/?id=71330 (Дата

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

обращения 20.05.2017)

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

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

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

					11070006.11.03.02.231.ПЗВКР	Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		