

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 «ПЕРВЫЙ ЛИГОВСКИЙ» Г. КРАСНОДАР**

Выпускная квалификационная работа
обучающегося по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные
технологии и системы связи
очной формы обучения, группы 07001307
Гнатенко Вадима Аркадьевича

Научный руководитель
ст. преп.
кафедры
Информационно-
телекоммуникационных
систем и технологий
НИУ «БелГУ» Курлов А. В.

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

БЕЛГОРОД 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБЪЕКТА	6
2 ОБЗОР СЕТЕЙ СВЯЗИ	8
2.1 Типы линий сетей связи	8
2.2 Эталонная модель сети OSI	11
2.3 Стандартные сетевые протоколы	15
3 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ШИРОКОПОЛОСНОГО ДОСТУПА	22
3.1 Организация широкополосного доступа с использованием технологии ADSL	22
3.2 Состав оборудования и описание технологии цифровой линии ADSL	24
3.3 Организация широкополосного доступа с использованием технологий FTTx	26
3.3.1 Технология FTTB	26
3.3.2 Состав оборудования для технологии FTTB	30
3.3.3 Технология FTTH	31
4 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТРАФИКА МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ	34
4.1 Расчет количества абонентов по категориям	34
4.2 Расчет трафика для IP-телефонии	40
4.3 Расчет трафика для IP-TV	42
4.4 Расчет трафика для сети Интернет	46
4.5 Оценка требуемой полосы пропускания	49
5 ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ	51
5.1 Исходные данные для разработки	51
5.2 Основные сетевые решения	51
5.3 Проект линейно-кабельных сооружений	53

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		<i>Гнатенко В.А.</i>			Проектирование мультисервисной сети связи в жилом комплексе «Первый Лиговский» г. Краснодар	Лит.	Лист	Листов
Провер.		<i>Курлов А.В.</i>					2	75
Рецензент		<i>Галактионов И.В.</i>				<i>НИУ «БелГУ», гр.07001307</i>		
Н. контр.		<i>Курлов А.В.</i>						
Утв.		<i>Жуляков Е.Г.</i>						

5.4 Выбор оборудования	56
6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЯТЫХ РЕШЕНИЙ	58
6.1 Смета затрат	58
6.2 Расчет эксплуатационных расходов	59
6.3 Расчет предполагаемой прибыли	64
6.4 Определение оценочных показателей проекта	66
6.4 Определение оценочных показателей проекта	68
7 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	72
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	73
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	74

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время информационные технологии это - доступный способ получить самую актуальную информацию; купить билеты, недвижимость; провести разговор с партнером, находясь за тысячи километров, и посмотреть один из любимых фильмов. Все это можно осуществить, не выходя из своего дома благодаря развитию информационных технологий и предоставления мульти сервисных услуг на их основе.

Данное направление услуг все больше пользуется спросом у пользователей, что приводит к регулярному росту объемов передачи и хранения данных. Эта тенденция требует от оператора постоянного совершенствования применяемых технологий для удовлетворения спроса на предоставляемые услуги.

Главной задачей оператора является получение максимальной прибыли, которая образуется за счет подключения новых клиентов предоставления им всего спектра услуг. Это возможно за счет профессионального подхода к организации сети.

Для передачи разных типов данных необходимы различные каналы связи, что влечет за собой значительные затраты и технические проблемы. Все эти аспекты выявляют явную необходимость создания мультисервисной сети связи, которая делает возможным использование единого канала связи для транспортировки различного вида трафика, позволяющая понизить затраты на создание различных сетей.

ЖК «Первый Лиговский» находится в Прикубанском округе г. Краснодара в микрорайоне с сформированной инфраструктурой Энка. Жилой комплекс содержит 16 девятиэтажных домов, в которых расположены студии, 1-2-3-комнатные квартиры, всего 2455 квартир. Срок сдачи данного комплекса второе полугодие 2017 года. В данное время на территории комплекса

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

отсутствуют операторы связи, у которых имеется возможность предоставить жителям услуги мульти сервисной сети.

Из вышеперечисленного можно сделать вывод, что проект формирования мульти сервисной сети в Жилом комплексе «Первый Лиговский» является актуальным.

Для реализации поставленной задачи необходимо произвести следующее:

- 1) Произвести анализ инфраструктуры комплекса
- 2) Проанализировать возможные технологии создания мультисервисных сетей связи и выбрать подходящую сетевую технологию.
- 3) Рассчитать объем трафика, проходящего в сети.
- 4) Рассчитать количество оборудования.
- 5) Разработать съему прокладки сети.
- 6) Рассчитать главные финансовые затраты.
- 7) Составить рекомендации по технике безопасности, охране труда и природоохранных мер.

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБЪЕКТА

Фирма, занимающаяся строительством ЖК «Первый Лиговский», на рынке недвижимости края уже 15 лет, за это время она показала себя как один из лучших застройщиков. Сотрудничая с основными подрядными организациями, при строительстве жилого ансамбля «Первый Лиговский» применяются лишь только долговечные стройматериалы и технологии, что собственно позволит сделать в помещениях качественную тепло и шумоизоляцию.

Особенное внимание при проектировании ЖК «Первый Лиговский» уделили месторасположению объекта. В микрорайоне Энка присутствуют все нужные объекты городской инфраструктуры: торговые фирмы, общественные и городские учреждения. Торгово-развлекательный комплекс «Красная Площадь» более 10 лет предлагает местным жителям большой ассортимент услуг и товаров. На площадках центра находятся не только магазины, но и более 10 увеселительных заведений: боулинг, киноцентр, ледовый каток, стилизованную европейскую улицу, аллею славы. Некоторое количество дилерских центров автомобилей разместились вблизи с ТРК «Красная площадь».

Для обучения младшего поколения безупречно подходят детские сады № 100, 107, 108, «Солнышко» и средние учебные заведения № 95, 98. В районе работает некоторое количество центров становления малыша, а для старших – средние учебные заведения исследования зарубежных языков, а так же автошколы. Для такого, чтобы добраться до подходящего места назначения: на работу, учебу или т.п., не обязательно обладать личным транспортом, жители ЖК «Первый Лиговский» смогут пользоваться публичным автотранспортом: автобусами или же маршрутным такси, проходящим в 500 метрах от жилища.

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Жилой комплекс содержит 16 девятиэтажных домов, в которых расположены студии, 1-2-3-комнатные квартиры, всего 2455 квартир. На рисунке 1 приведено изображение жилого комплекса.



Рисунок 1 – Жилой комплекс «Первый Лиговский»

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

2. ОБЗОР СЕТЕЙ СВЯЗИ

2.1 Типы линий сетей связи

Средой передачи данных называют те направления связи (либо каналы связи), в которых совершается взаимообмен данными среди устройств. В основной массе компьютерных сетей (в особенности местных) применяют провода связи, несмотря на то, что имеются беспроводные сети, которые в сегодняшний день имеют наиболее обширное использование, в особенности в мобильных ПК.

Информационные сети в основном осуществляют передачу в последовательном коде, то есть по кусочкам. Этот способ действует медленнее и труднее, в отличии использования систем с параллельным кодом. В то же время, следует обращать внимание на то, что для более быстрой параллельной передачи (для нескольких кабелей одновременно) увеличивается число связующих кабелей, которое соответствует количеству параллельных битов кода (так, в 16 раз в 16- битный код). На первый взгляд, это может показаться не такой и большой проблемой. На дальних дистанциях между абонентами сети цена кабеля может быть эквивалентна стоимости устройств а в некоторые моменты возможно превысить его. В то же время, когда проложен один кабель его существенно проще обнаружить и дешевле устранить повреждения.

Но на этом все не заканчивается. Трансляции на значительное расстояние с каждым видом кабеля предполагают сложное передающее и приемное оборудование, это требуется для того чтобы создавать сильный сигнал на передающем конце, и распознавать маломощный сигнал на приемном конце. В последовательной передаче данных нужен лишь 1 передатчик и 1 приемник. При параллельной передаче количество передатчиков и приемников используется с определенной пропорцией к битовой последовательности параллельного кода. Следовательно, в случае если сеть имеет небольшое

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

расстояние (приблизительно десятков метров) чаще всего предпочитают последовательную передачу.

Также необходимо, чтобы длина разных кабелей была абсолютна идентична. Если это требование не выполняется, то в итоге прохождения сигнала через кабели разной длины, на приемном конце образуется временного сдвиг, который в итоге может привести к неполадкам в отдельных случаях, к совершенному отказу работоспособности сети. К примеру, при скорости 100 Мбит / с и продолжительностью времени около 10 нс, этот сдвиг составляет менее 5-10 нс. Это показание дает разница в длине кабеля сдвиг на 1-2 метра. В случае же с длиной кабеля в 1000 метров, показания будут 0,1-0,2%.

Но в некоторых случаях, в отдельных высокоскоростных локальных сетях все так же применяют параллельные кабели передачи 2-4. Это делает возможным использовать нужную скорость передачи данных с использованием недорогих кабелей с небольшой полосой пропускания. Но оптимальное расстояние использования кабеля не более 100 метров. Примером является сегмент сети 100BASE-T4 Fast Ethernet.

В настоящее время производители изготавливают разнообразные виды кабелей, в частности, лишь один из распространенных кабель Belden имеет более двух тысяч наименований. Но кабели принято классифицировать на 3 главные группы:

- электрические (медные) кабели на основе витой пары проводов (витая пара), они же в свою очередь разделяются на экранированные (экранированной витой паре STP) и неэкранированные (неэкранированная витая пара UTP,);
- электрические медные коаксиальные кабели;
- кабели волоконно-оптические (оптоволоконные).

Каждый вид кабеля обладает своими достоинствами и недостатками. По этой причине необходимо строго следить за всеми характеристиками кабелей, которые будут использоваться.

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Существует несколько главных параметров кабелей, которые очень важны для использования в локальных сетях:

- Пропускная способность кабеля (частотный диапазон сигналов, передаваемых по кабелю) и затухание в канале связи; эти характеристики тесно связаны, в то же время с частотой сигнала увеличивается и затухание сигнала; Следует выбирать кабель, в котором на определенной частоте затухание сигнала будет приемлемым; или же следует задать такую частоту сигнала, при которой затухание будет приемлемым; Затухание измеряется в децибелах, и в пропорции к длине кабеля;

- Помехоустойчивость кабеля, которая обеспечивает защиту передаваемых данных. Эта характеристика показывает, насколько кабель способен противостоять помехам на него, и какова вероятность прослушки передаваемых данных.

- Скорость передачи сигнала по кабелю или же – задержка сигнала на метр длины кабеля; эта характеристика имеет весомый приоритет при расчете дальности связи. Основные показатели скорости распространения сигнала – от 0,6 до 0,8 от скорости распространения света в вакууме; тем самым, основные задержки составляют – от 4 до 5 нс/м.

- Для электрических кабелей немаловажной характеристикой является волнового сопротивления кабеля. Волновое сопротивление необходимо принимать во внимание для предупреждения отражения сигнала от концов кабеля; волновое сопротивление зависит от формы и расположения проводников, от способа производства и материала диэлектрика кабеля; основные параметры волнового сопротивления – от 50 до 150 Ом.

В текущий момент действительными являются следующие стандарты на кабели:

- EIA/TIA 568 (Commercial Building Telecommunications Cabling Standard) – США;

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- ISO/IEC IS 11801 (Generic cabling for customer premises) – международный;
- CENELEC EN 50173 (Generic cabling systems) – европейский.

Эти стандарты описывают идентичные системы кабелей, но между собой имеют различия в терминологии и нормах на параметры.

2.2 Эталонная модель сети OSI

В канале связи происходит большое количество операций, которые обеспечивают обмен информацией между различными устройствами. Конечного пользователя не касается весь процесс передачи данных. Пользователю требуется выход к ресурсу, расположенном на другом устройстве сети. Все данные проходят множество уровней обработки.

В первую очередь, данные разделяются на блоки, к которым добавляются командные данные. Сформировавшиеся новые блоки формируются в пакеты данных, после чего они кодируются и транспортируются посредством электрических или световых сигналов. Это зависит от типа доступа. После чего, на приемной стороне происходит восстановление исходных данных из полученных пакетов, они же и становятся понятны другому устройству. Данное описание очень упрощено, так как этапов обработки данных несколько больше.

Некоторое из этапов обработки реализуется программно, некоторые - аппаратно, отдельные же могут быть осуществлены обоими способами (программами или аппаратурой).

Для упрощения понимания всех реализуемых действий было принято решение структурировать все этапы взаимодействий. Эту организацию как раз и выполняют разработанные модели сетей. Данные модели производят структуризацию взаимодействий как на уровне локальной сети, так и на прочих уровнях. В данный момент наибольшее распространение получила OSI (Open

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

System Interchange) модель (эталонная модель обмена информацией открытой системы).

Данная модель впервые была представлена Международной организацией стандартов ISO (International Standarts Organization) в 1984 году. После представления большинство производители сетевых продуктов стали придерживаться данного стандарта. Как многие универсальные модели, OSI не обладает хорошей гибкостью, и в ней присутствует чрезмерная избыточность. По этой причине в настоящее время производители не полностью следуют заданным разделениям функций. Но в то же время, данная модель дает хорошее представление о процессах, происходящих в сети.

OSI модель разделена на семь уровней, при этом отсчет уровня происходит с нижнего (рисунок 2.1). Уровни, расположенные реализуют самые сложные действия, при этом используя все уровни, расположенные ниже них, а также управляют ими. Главной задачей нижнего уровня является обеспечение услугами уровня, стоящего выше, при этом, вышестоящему уровню не требуются детали реализации нижнего уровняю Ему важен лишь результат. Нижние уровни реализуют простые и узко специфицированные функции. В совершенстве, конкретный уровень коммуницирует только с уровнями, находящимися сверху и снизу от него. Высший уровень соответствует прикладной задаче, действующему в конкретный момент приложению, нижний – прямой передаче сигналов по каналу связи.

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 2.1 - Уровни OSI

Модель OSI можно отнести не только к локальным сетям, но и к любым сетям связи между устройствами или разными пользователями. Например, функции web-сети представляется возможным разделить на уровни в соответствии с иерархией OSI. Основные отличия локальных сетей от глобальных, с точки зрения модели OSI, прослеживаются в основном на нижних уровнях модели OSI.

Уровни OSI, изображенные на рисунке 1, осуществляются всяким пользователем сети. При работе, у абонента сети создается видимость, что его уровень напрямую взаимодействует с соответствующим уровнем другого пользователя. Между одинаковыми уровнями пользователей сети создается нефизическое (виртуальное) соединение, как пример: между прикладными уровнями абонентов, которые взаимодействуют в сети. Настоящее, физическое соединение (кабельное или радио) у пользователей данной сети присутствует исключительно на нижнем уровне сети (физическом уровне). У отправляющего данные пользователя информация проходит через все этапы, начиная с прикладного уровня и заканчивая физическим уровнем. У принимающего информацию абонента принятые данные проходят противоположный путь: от физического уровня к прикладному уровню (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 - Структура передачи данных от одного абонента к другому.

Информация, которую требуется передать по сети, по пути от высшего (прикладного) уровня до низшего (физического) проходит процесс инкапсуляции. Всякий ниже идущий уровень не только осуществляет обработку информации, приходящую с более высокого уровня, но добавляет свою в нее заголовки и собственную информацию (служебную). Данный процесс добавления собственной информации заканчивается на последнем нижнем (физическом) уровне. Уже на нижнем уровне готовые пакеты с данными и служебной информацией передаются по каналу связи к приемной стороне. Уже на приемной стороне данные проходят подсеру декапсуляции, то есть при поступлении на каждый вышестоящий уровень исключается одна из частей служебной информации. К самому высокому уровню (прикладному) поступает информация, полностью очищенная от заголовков и служебных данных нижестоящих уровней. При этом на каждом уровне принимающего пользователя производится обработка данных, принятых с нижеследующего уровня в соответствии с исключенной им служебной информацией.

Если между абонентами в сети присутствуют какие-либо промежуточные устройства (такие как: трансиверы, репитеры, концентраторы, коммутаторы, маршрутизаторы), то эти устройства могут осуществлять функции, входящие в нижние уровни модели OSI. В зависимости от сложности устройства идет охват

уровней модели OSI. Однако, все промежуточные устройства обязаны принимать и отдавать данные на физическом уровне. Вся внутренняя обработка данных должна происходить два раза и в противоположных направлениях. Этот процесс изображен на рисунке 2.3. Все промежуточные сетевые устройства в отличие от полноценных устройств (таких как компьютер) осуществляют работу только на нижних уровнях и осуществляют двустороннюю обработку.



Рисунок 2.3 - Включение промежуточных устройств между абонентами сети

2.3 Стандартные сетевые протоколы

Протокол передачи данных — набор определенных правил интерфейса виртуального уровня, которые нормализуют обмен данными между различными программами. Данные правила создают установленный метод передачи данных и обработку ошибок при работе программного обеспечения на различных устройствах, которые связаны между собой. Все устройства сети обязаны осуществлять работу по одинаковым протоколам для корректного приема и передачи сообщений. Это требование позволяет восстанавливаться данным в изначальный вид.

Протоколы низших уровней (физического и канального), которые относятся к аппаратной части мы частично рассмотрели в предшествующих частях. Так же к ним относятся способы кодирования и декодирования, и

управления обменом в сети. Далее мы рассмотрим протоколы высоких уровней, которые взаимодействуют уже логически.

Соединение сетевого адаптера и программного обеспечения реализовывают драйверы сетевых адаптеров. Благодаря таким драйверам устройству не обязательно знать какие-либо особенности аппаратной части адаптера (его адресов, правил обмена с ним, его характеристик). Драйвер создает связанное сообщение программной части высокого уровня с адаптером определенного класса. Сетевые драйверы входят в комплект с сетевыми адаптерами, и дают возможность программному обеспечению устройства взаимодействовать с сетевыми адаптерами различных фирм а так же и сетевыми адаптерами разных локальных сетей (Ethernet, Arcnet, Token-Ring и т.д.). Если рассматривать драйверы со стороны устройства модели OSI, то драйверы будут выполнять функции канального уровня, но в некоторых случаях они могут реализовать некоторые функции сетевого уровня. Уровень расположения драйверов в модели OSI изображен на рисунке 2.4. К примеру, драйверы могут образовывать передаваемый пакет в буферной памяти адаптера, считывать из нее полученный пакет, давать команду на передачу, сообщать устройству о поступлении пакета.

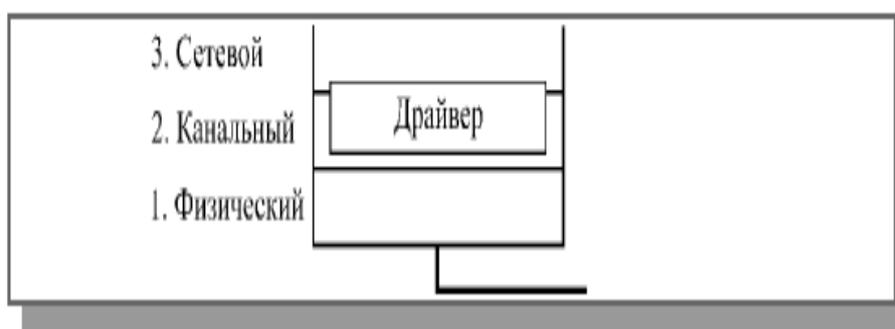


Рисунок 2.4 - Уровень драйвера сетевого адаптера в OSI

В зависимости от того, насколько качественно написана программа драйвера будет определяться эффективность работы сети в целом. Если драйвер написан не совсем качественно, то даже самый передовой сетевой

адаптер будет не сможет реализовать всю свою мощность и обмен в сети будет не на самом высоком уровне.

Перед тем как приобрести адаптер, следует изучить перечень совместимого с ним оборудования HCL (Hardware Compatibility List), который публикуют все производители сетевых операционных систем. Этот список очень обширен. (например, список Microsoft Windows Server содержит в себе не одну сотню драйверов сетевых адаптеров). Если адаптер с драйвером не входит в список HCL, то приобретать его не рекомендуется.

В наши дни существует несколько стандартных наборов (их так же называют стеком) протоколов, которые достигли обширного распространения:

- набор протоколов ISO/OSI;
- IBM System Network Architecture (SNA);
- Digital DECnet;
- Novell NetWare;
- Apple AppleTalk;
- набор протоколов глобальной сети Интернет, TCP/IP.

Нахождение в данном перечне протоколов протокола TCP/IP совершенно объяснимо, так как модель OSI использует для всех открытых систем: как в случае локальной сети, так и в случае глобальной сети или же в сочетании локальной и глобальной сетей.

Эти протоколы можно разделить на 3 главных группы:

- прикладные протоколы (они реализуют функции 3 верхних уровней OSI – прикладного, представительского и сеансового);
- транспортные протоколы (выполняющие функции средних уровней OSI – транспортного и сеансового);
- сетевые протоколы (реализующих набор функции 3 нижних уровней модели OSI).

Прикладные протоколы реализуют работу программ и обмен данными между ними. Самые популярные из них:

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- FTAM (File Transfer Access and Management) – протокол прикладного уровня OSI для доступа и управления файлами;
- X.400 – протокол ССІТТ предназначен использования электронной почты;
- X.500 – протокол ССІТТ различных служб, отвечающих за файлы и каталоги в различных системах;
- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) – протокол глобальной сети Интернет для обмена электронной почтой;
- FTP (File Transfer Protocol) – протокол сети Интернет для передачи файлов;
- SNMP (Simple Network Management Protocol) – протокол для мониторинга сети, отслеживание работы сетевых компонентов и управления ими;
- Telnet – протокол глобальной сети Интернет для регистрации на удаленных серверах и обработки данных на них;
- Microsoft SMBs (Server Message Blocks, блоки сообщений сервера) и клиентские оболочки или редиректоры фирмы Microsoft;
- NCP (Novell NetWare Core Protocol) и клиентские оболочки или редиректоры фирмы Novell.

Транспортные протоколы реализуют сеансы передачи данных между устройствами и обеспечивают качественный обмен информацией между ними. Наиболее часто встречающимися являются:

- TCP (Transmission Control Protocol) – часть комплекса протоколов TCP/IP для надежной передачи данных, разделенных на последовательные фрагменты;
- SPX – часть набора протоколов IPX/SPX (Internetwork Packet Exchange/Sequential Packet Exchange) для надежной передачи данных, разделенных на последовательные фрагменты, предложенных компанией Novell;

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

- NWLink – реализация протокола IPX/SPX компанией Microsoft;
- NetBEUI – (NetBIOS Extended User Interface, более расширенная версия интерфейса NetBIOS) – осуществляет сеансы связи между устройствами (NetBIOS) и осуществляет возможность использовать верхним уровням транспортные услуги (NetBEUI).

Сетевые протоколы организуют адресацию, маршрутизацию, проводят тесты на ошибки и запросы на повторную передачу. Наибольшей популярностью пользуются такие как:

- IP (Internet Protocol) – TCP/IP- маршрутизируемый протокол для негарантированной передачи пакетов без установления соединений;
- IPX (Internetwork Packet Exchange) – протокол, созданный фирмой NetWare для негарантированной передачи пакетов и маршрутизации пакетов;
- NWLink – реализация протокола IPX/SPX компанией Microsoft;
- NetBEUI – транспортный протокол, который организует услуги транспортировки данных для сеансов и приложений NetBIOS.

Все указанные протоколы можно соотнести с определенными уровнями эталонной модели OSI. В то же время не стоит забывать, что разработчики протоколов далеко не всегда придерживаются конкретного уровня. В частности, отдельные протоколы могут осуществлять работу, которая относится одновременно к разным уровням модели OSI, в то время как другие выполняют долю функций одного из уровней. Это связано с тем, что протоколы различных фирм, как правило бывают не согласуются друг с другом. Помимо этого, протоколы используются корректно только в своем наборе протоколов (его так же называют стеком протоколов), выполняющем в той или иной степени окончанный набор функций. Весь этот принцип и создает кастомизированную (фирменную) сетевую операционную систему, которая как раз и оказывается не соответствующей стандартной модели открытой системы OSI.

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Для примера на рисунках: 2.5, 2.6 и 2.7 изображено соответствие протоколов, которые получили наибольшее распространение среди фирменных сетевых операционных системам, уровням стандартной модели OSI. Из рисунков можно сделать вывод, что почти на всех уровнях отсутствует конкретное соответствия реального протокола какому-либо из уровня идеальной модели OSI. Построение подобных соответствий является непростой задачей, так как определенно классифицировать функции отдельных частей программного обеспечения становится очень проблематично. Помимо этого, фирмы-производители программных средств лишь в некоторых случаях детально обрисовывают внутреннюю структуру своих продуктов.



Рисунок 2.5 - Соотношение уровней модели OSI и используемых протоколов

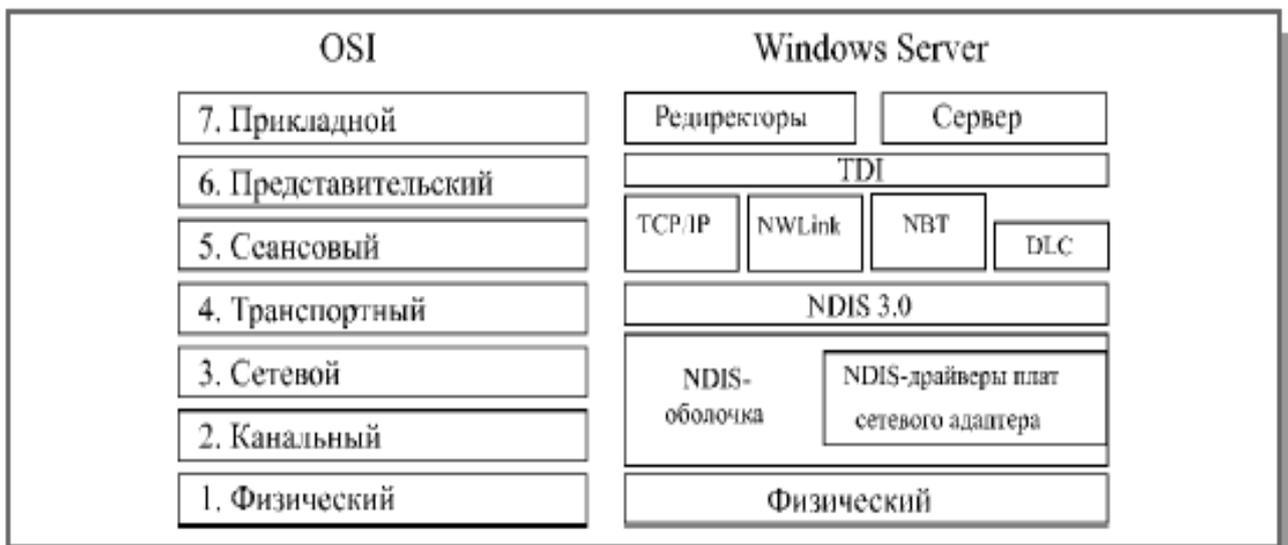


Рисунок 2.6 - Соотношение уровней модели OSI и протоколов операционной системы Windows Server

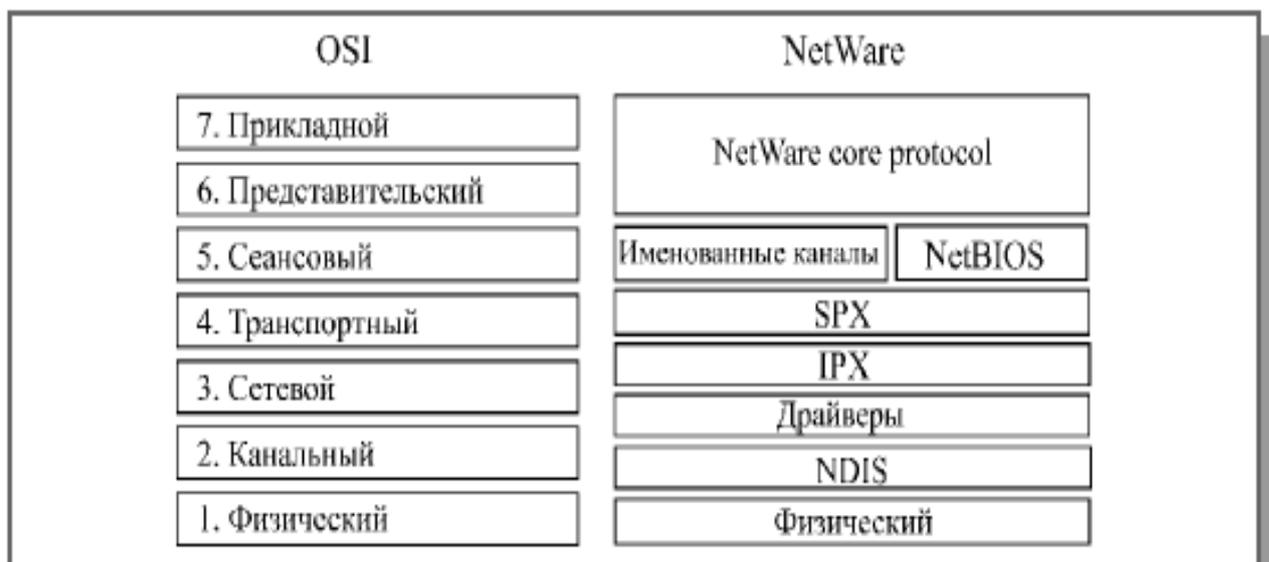


Рисунок 2.7 - Соотношение уровней модели OSI и протоколов операционной системы NetWare

3. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ШИРОКОПОЛОСНОГО ДОСТУПА

3.1 Организация широкополосного доступа с использованием технологии ADSL.

ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line — асимметричная цифровая абонентская линия). технология, в которой полоса пропускания в канале разделена между исходящим и входящим трафиком несимметрично. Это обусловлено тем, что у большинства абонентов объём входящего трафика в несколько раз больше объёма исходящего, поэтому скорость исходящего трафика существенно меньше.

Главным преимуществом технологии ADSL является использование уже имеющегося в квартирах телефонного провода, через который и происходит подключение к интернету. По этой причине, отсутствует необходимость в прокладке дополнительного кабеля.

Так же, уже при подключении к интернету телефонная линия будет не занята благодаря особому устройству – сплиттеру, который обеспечивает разграничение сигнала на «телефонный» и «модемный». Разделение сигналов происходит на основании использования разных частот. Обыкновенная телефонная линия использует для передачи речевого сигнала полосу частот от 0,3 до 3,4 кГц. Поэтому в технологии ADSL нижняя граница частот установлена на уровне 26 кГц.

К недостатку данной технологии относят зависимость качества подключения к интернету от качества телефонной линии.

Технологию ADSL организовать сравнительно просто, однако не всегда данная технология имеет возможность обеспечить должную емкость телефонной сети общего пользования. Причиной этого является ограничение длины линейного участка – от ADSL мультиплексора до конечного устройства абонента.

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В настоящее время на российском рынке услуг передачи данных по сети интернет происходит начальное формирование самого рынка. Главной замедляющей причиной развития становится расхождение между высокой стоимостью организации услуг и возможностью оплатить эти услуги пользователей, по этой причине данного вида услуги до некоторого момента имели возможность обеспечить себе лишь средний класс или же большие корпоративные клиенты. Известно, что для понижения стоимости услуг основную роль играет организация среды передачи данных как раз для построения "последней мили", то есть линий, через которую осуществляется подключение клиентов к точкам доступа провайдера. Это и является главным ценообразователем при установлении тарифов.

Долгое время технологии высокоскоростной передачи данных были недоступны для огромного количества частных абонентов и малых компаний, которые не способны оплатить содержание оптоволоконной линии из-за высоких тарифов на данные услуги. Цифровая абонентская линия (технология DSL) является одним из лучших средств решения подобных трудностей.

Применение DSL дало возможность обратить абонентскую телефонную сеть в сеть высокоскоростной передачи данных. Операторы связи смогли приумножить доходы, используя уже готовую сеть для осуществления новой услуги по сравнительно малым ценам.

Чтобы обеспечить реализацию современных услуг сеть абонентской телефонной линии модернизируют из аналоговой узкополосной сети, которая предопределена для трансляции лишь телефонных переговоров, до цифровой широкополосной сети, которая в свою очередь имеет возможность передавать не только голос, но и видео.

На рисунке 3.1 изображена схема абонентского доступа по технологии ADSL к услугам провайдера, таким как: телефония, Интернет, IPTV.

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

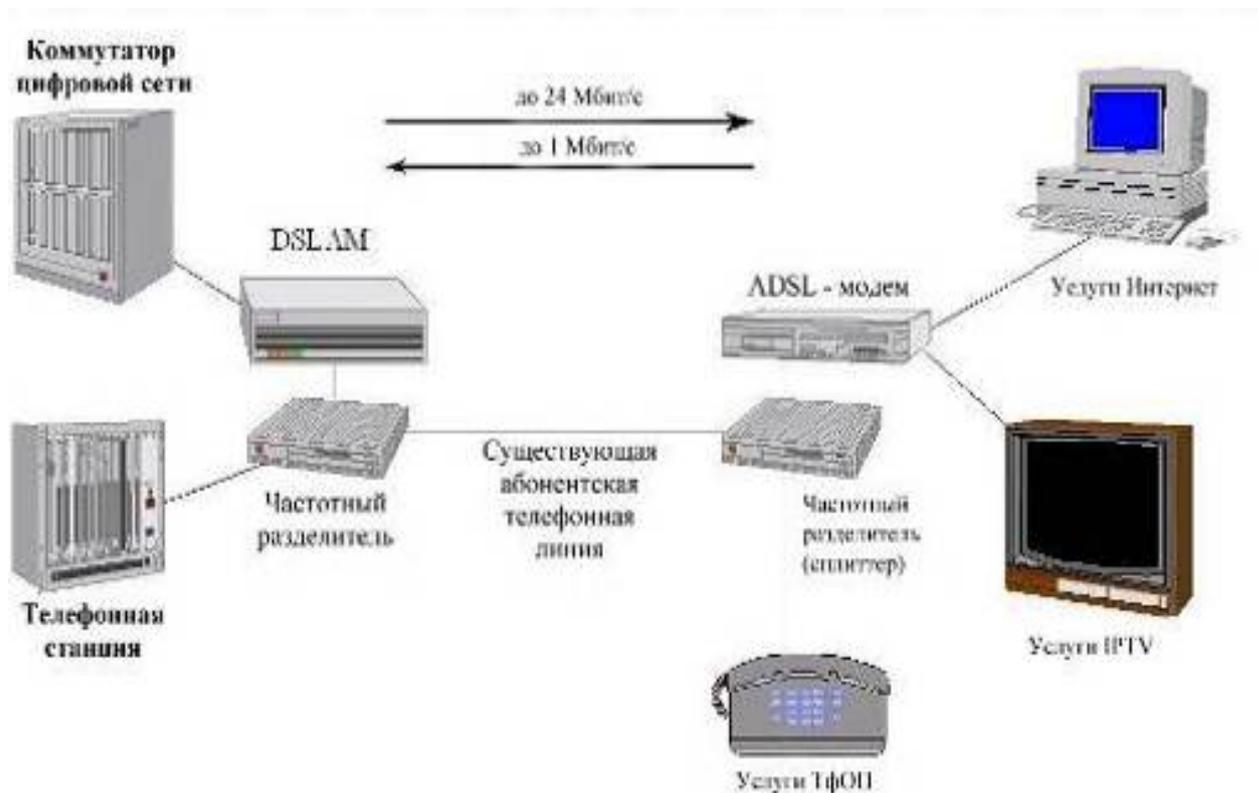


Рисунок 3.1 – Общая схема сети абонентского доступа по технологии ADSL

3.2 Состав оборудования и описание технологии цифровой линии ADSL

Уже очень долгое время человечество знает максимальный потенциал медного кабеля для передачи высокочастотного аналогового сигнала. Аналоговые модемы имеют возможность достичь скорости равной 56 Кбит/с по обычному телефонному каналу. Применяя сходные способы модуляции технология ADSL имеют возможность достичь куда большей скорости, а именно - несколько Мбит/с. Стоит заметить, что в настоящее время алгоритмы модуляции и кодирования смогли приближают скорость данной технологии к своей теоретической границе.

В 1881 Грэхем Беллом был изобретен первый аналоговый модем, т.е. телефон. Для изобретения цифровых модемов человечеству потребовалось целых восемьдесят лет. На рисунке 3.1 приводится информация об одних из самых популярных протоколов передачи для аналоговых модемов.

Таблица 3.1 –Список услуг

Протокол передачи	Скорость
V21, V23	1.2 Кбит/с
V26	2.4 Кбит/с
V27	4.8 Кбит/с
V29	9.6 Кбит/с
V33	14.4 Кбит/с
V33bis	19.2 Кбит/с
V34	28.8 Кбит/с
V90,V32	56.6 Кбит/с

На рисунке 3.2 изображена схема линии абонента ADSL.

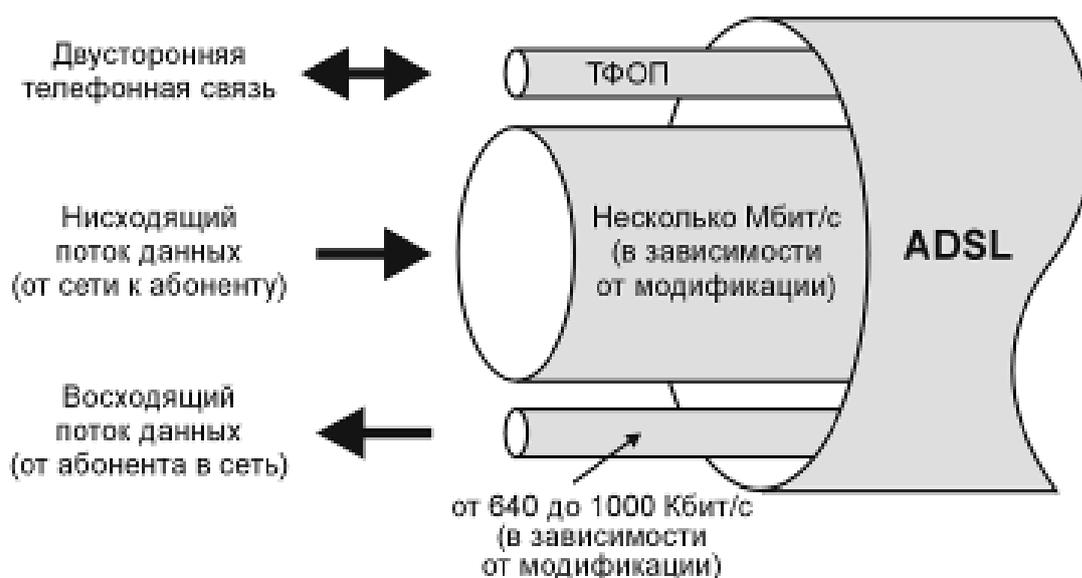


Рисунок 3.2 – Линия абонента ADSL

Большая скорость нисходящего потока была выбрана по той причине, что большая масса приложений у частных абонентов и малых фирм являются асимметричными. Иными словами, разделение трафика подобных абонентов преимущественно сводится в сторону входящего к пользователю трафика. К примеру, показ интернет-страниц, загрузка аудио/видео контента (протоколы FTP, P2P, и др.). По некоторым данным, принято считать, что соотношение входящего трафика к исходящему равно 8/1. Более же крупные бизнес пользователи, которым необходимы симметричные высокоскоростные приложения, используют оптический или коаксиальный кабель для обеспечения высокоскоростного двустороннего обмена данными. Поэтому технология ADSL была разработана в первую очередь для рынка домашних пользователей и мелких организаций.

3.3 Организация широкополосного доступа с использованием технологий FTTx.

3.3.1 Технология FTTB.

Способ подключения к ADSL как правило включает в себя использование технологии FTTB. При проведении анализа технологии был выделен ряд как преимуществ, так и недостатков.

Преимуществами FTTB являются:

- Небольшое затухание сигнала, которое дает возможность передавать трафик на существенно большие расстояния без применения усилителей;
- Значительная пропускная способность оптоволокна разрешает передавать трафик на значительной скорости;
- Значительная надёжность оптоволокна: оптическое волокно не подвержены окислению, намоканию, электромагнитному воздействию;

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– Значительная защита от воздействия других волокон – величина экранирования достигает 100 дБ и более. Излучения конкретного волокна никак не воздействуют на другие волокна;

– При применении не нужны специализированные модемы;

– Применение одних стандартов при небольшой цене оборудования и его установке;

Недостатками ФТТВ являются:

– Большая стоимость оптоволокна;

– Малая длина медного кабеля (до 100 м) от коммутатора до клиента. По этой причине окупаемость в сельских сетях будет чрезмерно долгой;

Наименование технологии ФТТх происходит фразы Fiber-to-the-X, что значит «оптика до точки X». Этот термин употребляется для всякой компьютерной сети, в которой от узла связи до установленного пункта (точки X) проходит оптическое волокно кабель.

В группу ФТТх включают разнообразные типы архитектур:

ФТТН (Fiber to the Node) – оптоволокно до сетевого узла;

ФТТС (Fiber to the Curb) – оптоволокно до микрорайона, квартала или группы домов;

ФТТВ (Fiber to the Building) – оптоволокно к зданию;

ФТТН (Fiber to the Home) – волокно до жилища (квартиры или отдельного коттеджа).

Главное отличие в том, близко к абонентскому терминалу проведен оптоволоконный кабель.

На рисунке 3.4 изображена схема отличия архитектур ФТТх.

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

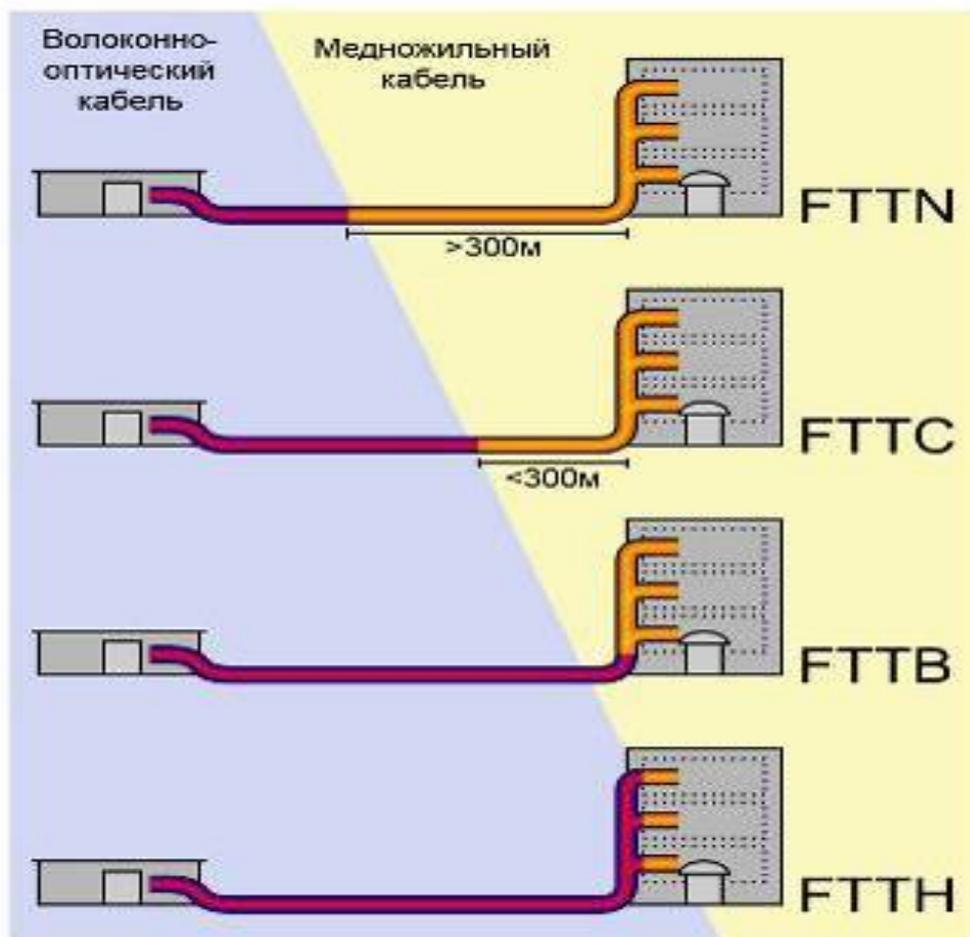


Рисунок 3.3 – Схема, изображающая отличия архитектур FTТх

Высокая пропускная способность систем FTТх дает большой потенциал для расширения услуг. Как показывает статистика число подключений по FTТх к 2016 году выросла в 3 раза в сравнении с показателями 2015 года и уже составляет 20% от всех широкополосных сетей.

Самыми первыми технологиями в группе FTТх стали FTTN и FTТС.

В настоящее время FTTN применяется как недорогое и оперативно вводимое решение в том месте, где уже имеется проложенная витая пара и прокладка оптического волокна невыгодна. Но с использованием этой технологии возникает такой ряд трудностей, как: низкое качество предоставляемых услуг, которое исходит от того, что в медных кабелях имеется главный лимит по скорости и числу подсоединений в одном кабеле.

Понятно, что планируемый перечень услуг и требуемая для их реализации полоса пропускания имеют прямую связь с выбором технологии FTТх. Чем больше скорость передачи и чем больше предоставляемых услуг, тем ближе к терминалу нужно подвести оптоволокно, а именно требуется использование технологии FTТН. В случае, если главным является сохранение уже проведенной инфраструктуры и установленного оборудования, оптимальным предпочтением будет технология FTТВ.

FTТН– Fiber to the Home переводится как – "волокно в дом". FTТН технология не так популярна по причине экономической неэффективности в России, т.к. услуги с данной технологией имеют высокую цену. По этой причине популярной и актуальной является технология FTТВ – Fiber to the Building – "волокно в здание", где в основном объектом является многоэтажный дом с большим количеством квартир. В анализируемом, жилом комплексе "Первый Лиговский" наиболее оптимальной в использовании технологией будет являться FTТВ. Последнее время отслеживается понижение стоимости оптоволокна, также появляются недорогие оптические приемники, передатчики и оптические усилители. Преимуществом внедрения данной технологии является так же применение для передачи данных технологии Metro Ethernet, что в сравнении с DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specifications) или иными системами передачи данных даёт ощутимое повышение скорости передачи данных. Так же при применении самонесущего оптического кабеля с диэлектрическими силовым элементом и защитным покрытием освобождает от применения заземления несущего троса, что предотвращает выход оборудования из строя от накопившегося статического электричества, а также упрощает требования контролирующих органов. Некоторые фирмы осуществляют производство оптических узлов, стоимость которых относительно небольшая, и это дает возможность поставить оптический узел в каждом здании. Таким образом, для кабельных операторов открываются новые возможности при реализации проектов по технологии "волокно в дом".

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При использовании FTTB, выход клиента к предоставляемым провайдером услугам реализуется через использование волоконно-оптического кабеля, который прокладывается от коммутатора узла связи до коммутатора доступа в объекте подключения. После чего реализация услуг к квартирам клиентов реализуется с помощью других возможных технологий для передачи данных. Как правило это сто-мегабитные медножильные UTP кабелях. На рисунке 3.5 представлена схема сети посредством технологии FTTB.

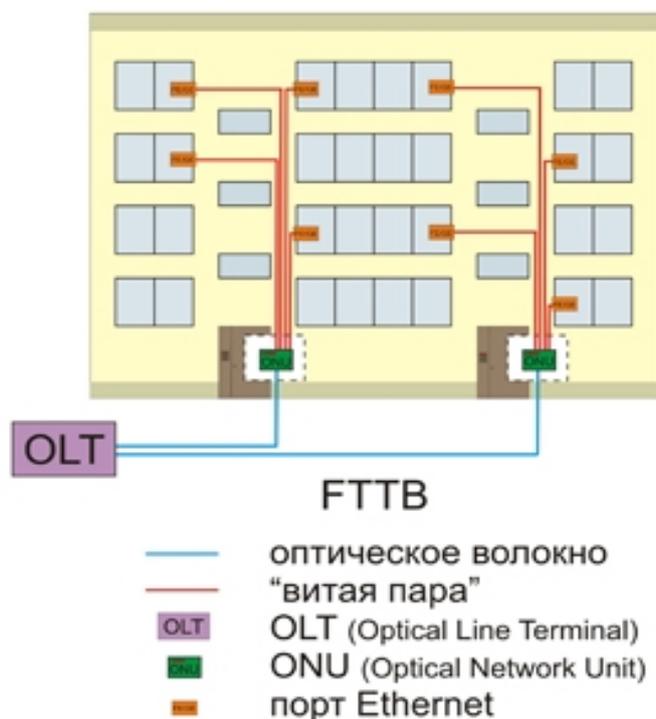


Рисунок 3.4 –Схема сети FTTB.

3.3.2 Состав оборудования для технологии FTTB.

Используемые в FTTB устройства и кабели могут значительно различаться в связи с устройством организации сети. В частности, при оборудовании сети для частного сектора в основном применяется оптический кабель с малым числом оптических волокон: подвесные – на наружных участках и малогабаритные негорючие. В многоэтажных домах оптический кабель в основном проводится в кабельной канализации. При технологии

FTTB используются мало волоконные кабели, в случае FTTH, напротив – кабели с большим количеством волокон.

При разных условиях применения технические требования к применяемым оптическим кабелям будут различаться. Например, подвесные кабели обязаны располагать значительной прочностью к тянущим нагрузкам, неплохой водостойкостью, защитой от воздействия ультрафиолета, устойчивостью к значительным разнице в температуре, не деформироваться при давящих и ударных воздействиях, иметь устройство удобное для фиксации на опорах. Внутренние оптические кабели обязаны иметь высокую гибкость, устойчивость к растягивающим и ударным нагрузкам, быть благоприятными для проведения и монтажа, иметь повышенную пожароустойчивость, которая обеспечивается негорючей оболочкой, иметь небольшие размерам и малый вес.

3.3.3 Технология FTTH.

В случае применения технологии FTTB, оптоволоконный кабель проводится от узла связи до коммутатора, который обеспечивает обслуживание какого-нибудь объекта (в частности - многоэтажный дом). Затем, от коммутатора к квартирам пользователей монтажниками компании осуществляется прокладка медного кабеля на конце которого имеется разъем RJ45. Этот кабель уже осуществляет работу по технологии Ethernet. Именно так медный Ethernet-кабель попадает в квартиру пользователя. Именно поэтому технология называется ETTH (Ethernet To The Home) что значит – интернет в дом. Как правило, RJ45 подсоединяется напрямую в абонентский сетевой интерфейс, это может быть в сетевая карта PC или ноутбука. Возможен вариант подсоединения к сетевому интерфейсу маршрутизатора пользователя либо к иному сетевому устройству, которое осуществляет работу с технологией передачи данных Ethernet. Именно в отсутствии требования дополнительного оборудования для абонента заключается очередное удобство технологии. На

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

рисунках 3.6 и 3.7 изображены общая схема подключения к сети интернет и схема подключения с использованием маршрутизатора.

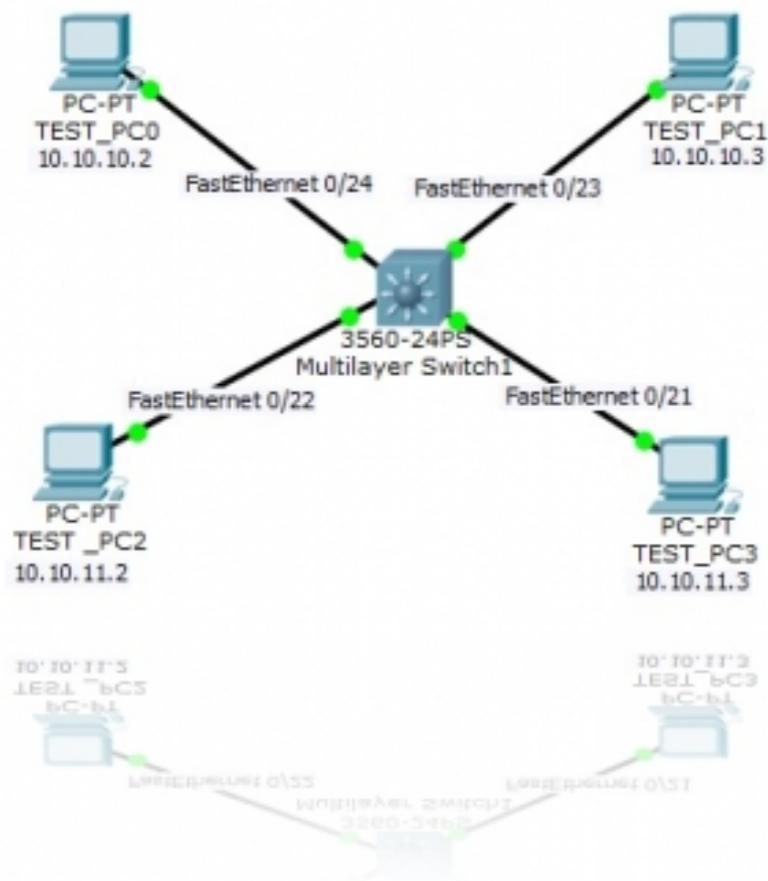


Рисунок 3.5 – Общая схема подключения к сети Интернет.



Рисунок 3.6 – Схема подключения с использованием маршрутизатора.

В случае использования услуги Интернет вместе с IPTV, применение маршрутизатора становится неизбежным требованием. Сам маршрутизатор обязан поддерживать технологию разделения VLAN по портам. Схема подключения изображена на рисунке 3.7.

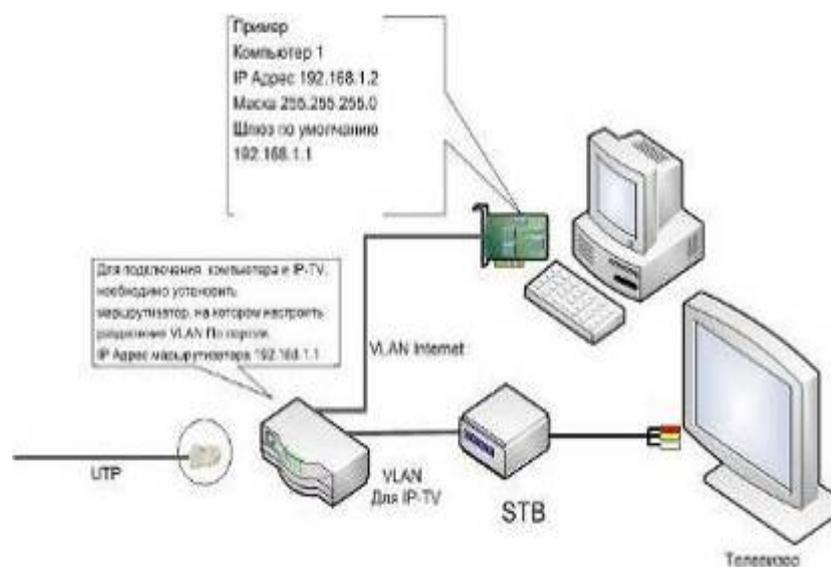


Рисунок 3.7 – Схема подключения с IPTV.

4 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТРАФИКА МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ.

4.1 Расчёт количества абонентов по категориям

Создание мульти сервисной сети дает возможность обеспечить частные и физические лица такими услугами, как телефония, доступ в Интернет и мультимедиа.

По данным проведенного анкетирования сразу услугой интернет будут пользоваться 95% жителей, услугу IP-TV подключат 56% и 38% воспользуется услугой IP-телефонии. Позже, планируется возможное 100% подключение к услуге интернет. В таблице 4.1 приведены данные о количестве потенциальных абонентов в ЖК «Первый Лиговский».

Таблица 4.1 –Список услуг

Объект	Физ. Лица	Интернет	IP-TV	IP-телефония
1	2	3	4	5
Корпус №1	154	147	87	59
Корпус №2	154	143	83	55
Корпус №3	154	139	91	63
Корпус №4	154	150	85	57
Корпус №5	148	141	80	55
Корпус №6	148	136	75	59
Корпус №7	148	148	94	50
Корпус №8	148	143	83	68
Корпус №9	158	150	89	64
Корпус №10	158	146	98	56

Продолжение таблицы 4.1

1	2	4	5	6
Корпус №11	158	154	80	60
Корпус №12	157	152	87	58
Корпус №13	154	144	87	59
Корпус №14	154	147	83	55
Корпус №15	154	142	91	63
Корпус №16	154	151	82	52
Итого:	2455	2333	1375	933

Разрабатываемая сеть обязана обладать высокой надежностью и быть защищенной от различных перегрузок. По этой причине все требуемые вычисления трафика следует выполнять для часа с пиковой нагрузкой на один оптический узел сети.

После расчета количества пользователей, которые предполагают пользование установленными услугами следует производить расчет нагрузок для мульти сервисной сети ЖК «Первый Лиговский». Весь трафик, образовываемый группами пользователей, которые включают в себя не более 2455 человек, будет обработан на коммутаторах одного уровня, после чего трафик проходит агрегацию на 4 сетевых узлах агрегации, и отправляться на ядро сети, что в совокупности и составит основную нагрузку на транспортную сеть ЖК «Первый Лиговский».

Расчет нагрузки и пропускной способности сети производится по специальной методике, которая учитывает скорость доступа и процент пользователей, которые пользуются услугами в час наибольшей нагрузки. Значения основных параметров для расчета приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Значения параметров

Параметр	Обозначение	Значение
1	2	3
1. Количество сетевых узлов для подключения абонентов TriplyPlay	FN	116
2. Число абонентов сети:	NS	2455
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%
5. Процент абонентов TriplePlay: - 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;	ADBS	30 Мбит/с
- пиковая пропускная способность;	PDBS	100 Мбит/с
6.2 Пропускная способность сети для передачи данных от абонента:		
- средняя пропускная способность;	AUBS	10 Мбит/с
- пиковая пропускная способность	PUBS	30 Мбит/с

Продолжение таблицы Таблица 4.2

7. Услуга TV IP:		
-проникновение услуги;	IPVS MP	56%
-количество сессий на абонента;	IPVS SH	1,3
-использование режима Unicast;	IPVS UU	30%
-использование режима Multicast;	IPVS MUM	70%
-использование потоков Multicast;	IPVS MU	70%
-количество доступных каналов;	IPVS MA	40
-скорость видеопотока;	VSB	8 Мбит/с
-запас на вариацию битовой скорости	SVBR	0,2

За сетевой узел мы будем принимать коммутатор доступа на 24 абонента. Это сделано для того, чтобы вычислить нагрузку с одного сетевого элемента и при модернизации или расширении сети легко варьировать необходимое количество оборудования. В случае использования коммутаторов большей емкости, в частности, 48 портов, полученные значения необходимо будет разделить на 2.

Требуемое количество коммутаторов доступа рассчитаем по следующему соотношению (4.1):

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

Где [] – округление в меньшую сторону.

Если в домах абонентов больше, чем 144, то округление будет выполняться в меньшую сторону и будет добавлен еще один коммутатор на 16 портов или в некоторых случаях на 8.

Итого в корпусах:

1 корпус: $N_{\text{КОМ}} = [147/24] = 6 + 1$ на 16 портов

2 корпус: $N_{\text{КОМ}} = [143/24] = 6 + 1$ на 16 портов

3 корпус: $N_{\text{КОМ}} = [139/24] = 6 + 1$ на 16 портов

4 корпус: $N_{\text{КОМ}} = [150/24] = 6 + 1$ на 16 портов

5 корпус: $N_{\text{КОМ}} = [141/24] = 6 + 1$ на 8 портов

6 корпус: $N_{\text{КОМ}} = [136/24] = 6 + 1$ на 8 портов

7 корпус: $N_{\text{КОМ}} = [148/24] = 6 + 1$ на 8 портов

8 корпус: $N_{\text{КОМ}} = [143/24] = 6 + 1$ на 8 портов

9 корпус: $N_{\text{КОМ}} = [150/24] = 6 + 1$ на 16 портов

10 корпус: $N_{\text{КОМ}} = [146/24] = 6 + 1$ на 16 портов

11 корпус: $N_{\text{КОМ}} = [154/24] = 6 + 1$ на 16 портов

12 корпус: $N_{\text{КОМ}} = [152/24] = 6 + 1$ на 16 портов

13 корпус: $N_{\text{КОМ}} = [144/24] = 6 + 1$ на 16 портов

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

14 корпус: $N_{ком} = [147/24] = 6 + 1$ на 16 портов

15 корпус: $N_{ком} = [142/24] = 6 + 1$ на 16 портов

16 корпус: $N_{ком} = [151/24] = 6 + 1$ на 16 портов

В таблице 4.3 приведены сведения о размещении коммутаторов по объектам ЖК «Первый Лиговский» .

Таблица 4.3–Сведения о размещении коммутаторов

Объект	Тип коммутатора	Всего портов	Свободные порты
Корпус №1	24 порта, 6 шт. 16 портов, 1 шт.	160	13
Корпус №2	24 порта, 6 шт. 16 портов, 1 шт.	160	17
Корпус №3	24 порта, 6 шт. 16 портов, 1 шт.	160	21
Корпус №4	24 порта, 6 шт. 16 портов, 1 шт.	160	10
Корпус №5	24 порта, 6 шт. 8 портов, 1 шт.	152	11
Корпус №6	24 порта, 6 шт. 8 портов, 1 шт.	152	16
Корпус №7	24 порта, 6 шт. 8 портов, 1 шт.	152	4
Корпус №8	24 порта, 6 шт. 8 портов, 1 шт.	152	9
Корпус №9	24 порта, 6 шт. 16 портов, 1 шт.	160	10
Корпус №10	24 порта, 6 шт. 16 портов, 1 шт.	160	14
Корпус №11	24 порта, 6 шт. 16 портов, 1 шт.	160	6
Корпус №12	24 порта, 6 шт. 16 портов, 1 шт.	160	8
Корпус №13	24 порта, 6 шт. 16 портов, 1 шт.	160	16
Корпус №14	24 порта, 6 шт. 16 портов, 1 шт.	160	13
Корпус №15	24 порта, 6 шт. 16 портов, 1 шт.	160	18
Корпус №16	24 порта, 6 шт. 16 портов, 1 шт.	160	9

Общее число коммутаторов доступа:

$$N_{к.д.24} = \sum N_{ком} = 96$$

$$N_{к.д.16} = \sum N_{ком} = 12$$

$$N_{к.д.8} = \sum N_{ком} = 8$$

4.2 Расчет трафика для IP-телефонии.

Использование сервиса IP-телефонии составляет 38%, таким образом, общее количество пользователей, использующих SIP терминалы на одном сетевом узле составит (4.2):

$$N_{SIP} = [24 * 0,38] = 10, \text{ абонентов} \quad (4.2)$$

Первоначально следует установить количество трафика, формируемого услугой IP-телефонии. Для обеспечения пользователей услугой IP-телефонии требуется определить необходимую полосу пропускания. Исходными параметрами для вычислений будут:

- число потоков нагрузки – пользователи, пользующиеся терминалами SIP, и абоненты, подключаемые в пакетную сеть на уровне мульти сервисного абонентского коммутатора, $N_{VoIP}=10$, человек;
- в используемом оборудовании будет использоваться кодек G.729A;
- длина заголовка IP пакета, 58 байт.

Полезная нагрузка голосового пакета G.729 CODEC составит согласно формуле (4.3):

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

где $t_{звуч.голоса}$ - время звучания голоса (мс),

$v_{кодирования}$ - скорость кодирования речевого сигнала (кбит/с).

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Эти параметры являются характеристиками используемого кодека. В данном случае для кодека G.729A скорость кодирования составляет 8 кбит/с, а время звучания голоса – 20 мс.

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

Все пакеты имеют заголовок длиной в 58 байт.

Общий размер голосового пакета составит (4.4):

$$V_{\text{пакета}} = L_{\text{Eth}} + L_{\text{IP}} + L_{\text{UDP}} + L_{\text{RTP}} + Y_{\text{полез}} \cdot \text{байт}, \quad (4.4)$$

где L_{Eth} , IP, UDP, RTP – длина заголовка Ethernet, IP, UDP, RTP протоколов соответственно (байт),

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

$$V_{\text{пакета}} = 14 + 20 + 8 + 16 + 20 = 78 \text{ ,байт}$$

Использование кодека G.729A позволяет передавать через шлюз по 50 пакетов в секунду, исходя из этого, полоса пропускания для одного вызова определится по формуле (4.5):

$$\text{ППр}_1 = V_{\text{пакета}} \cdot 8 \frac{\text{бит}}{\text{байт}} \cdot 50 \text{ выз. ,Кбит / с}, \quad (4.5)$$

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

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

При использовании метода подавления пауз размер голосового трафика возможно уменьшить приблизительно на 50%. Основываясь на этом, требуемая полоса пропускания WAN для нашей точки присутствия будет (4.6):

$$\text{ППр}_{\text{WAN}} = \text{ППр}_1 \cdot N_{\text{SIP}} \cdot VAD \text{ ,Кбит/с}, \quad (4.6)$$

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где $ППр_1$ – полоса пропускания для одного вызова (кбит/с), NSIP – количество голосовых портов в точке присутствия (шт), VAD (Voice Activity Detection) – коэффициент механизма идентификации пауз (0,7)

$$ППр_{WAN} = 31,2 \cdot 10 \cdot 0,7 = 218,4 \text{ кбит/с.}$$

Аналогично, для коммутатора с 16 портами это значение составляет 152,88 кбит/с, а для коммутатора с 8 портами 87,36 кбит/с.

4.3 Расчет трафика для IP-TV.

После, произведем расчет трафика, который образуется предоставлением услуги цифрового IP-телевидения а так же предоставлением видео по запросу. Для расчета среднего количества клиентов, которые будут подключены к одному узлу, применяется формула (4.7):

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

где – $IPVS \text{ MP}$ коэффициент проникновения услуги IP TV,

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

$IPVS \text{ SH}$ – коэффициент, показывающий, количество разных программ сразу поступающих в дом.

$$IPVS \text{ Users} = 24 * 0.56 * 1.3 * 0.6 = 11, \text{ аб}$$

У некоторых абонентов может возникнуть потребность осуществлять прием сразу нескольких видеопотоков. Тогда считается, что каждый видеопоток принимает отдельный абонент.

Для пользователей передача видеопотоков осуществляется в различных режимах. Некоторые пользователи осуществляют прием в режиме multicast, а некоторые – в режиме unicast. В этом случае пользователю, запросившему услугу видео по запросу, соответствует 1 видеопоток, значит, общее число

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

личных потоков равняется числу пользователей, осуществляющих прием этих потоков (4.8):

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

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

$UUS=1$ – число пользователей, приходящихся на один видеопоток.

$$IPVS\ US = 11 * 0.3 * 1 = 4, \text{ потоков.}$$

Один групповой поток принимается сразу несколькими пользователями, значит, число индивидуальных потоков (4.9):

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

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

$$IPVS\ MS = 11 * 0.7 = 8, \text{ потоков}$$

Численность доступных групповых видеопотоков зависит от количества программ, предоставляемых провайдером. Характерной особенностью трансляции в сети с услугой IPTV является то, что не все потоки одновременно транслируются внутри некоторого сегмента обслуживания. На проектируемой сети будет предоставляться сорок программ, то есть доступно сорок групповых видеопотоков. Необходимо рассчитать максимальное количество видеопотоков среди доступных, которое будет использоваться абонентами, пользующимися услугами группового вещания (4.10)

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

где $IPVS\ MA$ – количество доступных групповых видеопотоков,

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

IPVS MUM – процент максимального использования видеопотоков.

$$IPVS MSM = 40 * 0.7 = 28 \text{ видеопотоков.}$$

Таким образом, расчеты показывают, что с восьмью одновременно пользующимися услугой пользователями требуется передавать двадцать восемь групповых потоков, что означает, что из 40 доступных каналов задействуются не все.

Передача видеопотоков мульти сервисной сети осуществляется с переменной скоростью. Средняя скорость, приходящаяся на один поток равна 8 Мбит/с. С учетом добавления заголовков IP пакетов и запаса на вариацию битовой скорости скорость передачи одного видеопотока составит (4.1):

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

где VSB – скорость трансляции, Мбит/с,

SVBR – запас на дельту битовой скорости.

$$IPVSB = 8 * (1 + 0.2) * (1 + 0.1) = 10,56$$

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

$$IPVSMNB = IPVSM * IPVSB, \text{ ММбит} \quad (4.21)$$

$$IPVSUNB = IPVSUS * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (4.13)$$

где IPVSMS – число транслируемых потоков в режиме multicast,

IPVSUS – число транслируемых потоков в режиме unicast,

IPVSB – скорость передачи одного видеопотока.

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

$$IPVS\ MNB = 8 * 10,56 = 84,48 \text{ Мбит/с},$$

$$IPVSUNB = 4 * 10,56 = 42,24 \text{ Мбит/с}.$$

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

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

где $IPVSMSM$ – число используемых видеопотоков среди доступных,

$IPVSB$ – скорость передачи одного видеопотока.

$$IPVS\ MNB_{max} = 28 * 10,56 = 295,68 \text{ Мбит/с}.$$

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

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

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

$IPVSUNB$ – пропускная способность для передачи индивидуального видеопотока.

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$AB = 84,48 + 42,24 = 126,72 \text{ Мбит/с.}$$

Аналогично, пропускная способность для сетевого узла с 16 портами составила 84,47 Мбит/с. А для узла с 8 портами 42,24 Мбит/с.

4.4 Расчет трафика для сети Интернет.

Ниже рассчитывается трафик, образовываемый при трансляции данных в сеть Интернет. Чтобы вычислить среднее число пользователей для одного узла, применяется формула(4.16):

$$IVS = NS/FN, \text{ аб,} \quad (4.16)$$

где NS – всеобщее количество абонентов, пользующихся услугой (аб),

FN – число сетевых узлов абонентской коммутации (шт).

$$IVS = 2333/116 = 21 \text{ аб.}$$

Из числа абсолютно всех абонентов мульти сервисной сети в час наибольшей нагрузки (ЧНН) в сети будут работать не все пользователи, а только их активная часть. В ЧНН число активных пользователей изменяется, и для их расчета применяется 5 минутный интервал в час наибольшей нагрузки, и наибольшее количество активных пользователей в это время вычисляется свойством Data Average Activity Factor (DAAF), таким образом, число активных пользователей вычисляется по формуле (4.17):

$$AS = TS * DAAF, \text{ аб,} \quad (4.17)$$

где TS – количество пользователей на 1 узле (аб),

DAAF – % пользователей, присутствующих в сети в ЧНН.

$$AS = 24 * 0.8 = 20, \text{ аб}$$

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Во время работы в сети, абоненты постоянно осуществляют прием и передачу данных и, размер передаваемой информации намного меньше в сравнении с принимаемыми данными. Всем пользователям требуется организовать запланированную пропускную способность. Для вычисления средней пропускной способности необходимо воспользоваться следующей формулой (4.18):

$$BDDA = (AS * ADBS) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с}, \quad (4.18)$$

AS - число активных пользователей (аб),

ADBS – средняя скорость приема данных (Мбит/с),

OHD – отношение длины заголовка IP пакета ко всей его длине во входящем потоке.

$$BDDA = (20 * 30) * (1 + 0.1) = 660$$

Средняя пропускная способность для передачи данных (4.19):

$$BUDA = (AS * AUBS) * (1 + OBU), \text{ Мбит/с}, \quad (4.19)$$

где AS - число активных пользователей (аб),

AUBS – средняя скорость передачи данных (Мбит/с),

OBU – отношение длины заголовка IP пакета ко всей его длине во исходящем потоке.

$$BUDA = (20 * 10) * (1 + 1.15) = 424 \text{ Мбит/с}.$$

Число пользователей, осуществляющих прием и передачу данных за некоторый промежуток времени, определяют максимальную пропускную способность. Число пользователей в ЧНН вычисляется посредством Data Peak Activity Factor (4.20):

$$PS = AS * DPAF, \text{ аб}, \quad (4.20)$$

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

DPAF – процент пользователей, которые в одно время осуществляют прием и передачу данных за некоторый интервал времени.

$$PS = 20 * 0.7 = 14$$

Пиковая пропускная способность вычисляется за отрезок времени равный одной секунде, пиковая пропускная способность требуется расчета потоков приема и передачи информации в то время, когда сразу группа абонентов веден прием или передачу в сети. Пиковая пропускная способность, рассчитывается по формуле (4.21):

$$BDDP = (PS * PDBS) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с}, \quad (4.21)$$

PDBS – пиковая скорость приема данных, Мбит/с.

$$BDDP = (14 * 100) * (1 + 0.1) = 1540$$

Пиковая пропускная способность для передачи данных в ЧНН (4.22):

$$BUDP = (PS * PUBS) * (1 + OHU), \text{ Мбит/с}, \quad (4.22)$$

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

$$BUDP = (14 * 30) * (1 + 0.15) = 483 \text{ Мбит/с}.$$

Расчеты показывают, что ППС передачи данных выше средней пропускной способности.

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

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

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

BDD – пропускная способность для приема (Мбит/с),

BDU – пропускная способность для передачи (Мбит/с).

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

$$BDU = \text{Max}[424;483] = 483 \text{ Мбит/с}.$$

Суммарная пропускная способность для приема и передачи, требуемая для полноценной работы узла, составляет (4.23):

$$BD = BDD + BDU, \text{ Мбит/с}, \quad (4.23)$$

BDD – наибольшая пропускная способность приема (Мбит/с), BDU – наибольшая пропускная способность передачи (Мбит/с).

$$BD = 1540 + 483 = 2023 \text{ Мбит/с}.$$

Таким образом, чтобы осуществить корректную работу на одном узле связи требуется полоса пропускания 2023 Мбит/с.

4.5 Оценка требуемой полосы пропускания

Полоса пропускания для осуществления работы услуг телефонии, видео, выхода к сети Интернет на одном узле составляет (4.24):

$$\text{ППр}_{\text{Triple play}} = \text{ППр}_{\text{WAN}} + AV + BD, \text{ Мбит/с}, \quad (4.24)$$

ППр_{WAN} – пропускная способность IP телефонии (Мбит/с);

AV – пропускная способность видеопотоков (Мбит/с);

BD – пропускная способность для трафика данных (Мбит/с);

$$\text{ПП}_{\text{узла}} = 0,284 + 126,72 + 2023 = 2150,004 \text{ Мбит/с}.$$

Аналогично, для узла с емкостью 16 портов:

$$\text{ПП}_{\text{узла16}} = 0,152 + 84,47 + 1350,5 = 1435,122 \text{ Мбит/с}.$$

Аналогично, для узла с емкостью 8 портов

$$\text{ПП}_{\text{узла8}} = 0,87 + 42,24 + 675,3 = 718,41 \text{ Мбит/с}.$$

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для корпусов 1-4, 9-16 коммутатор агрегации обрабатывает информацию с каждого корпуса с 6 коммутаторов доступа на 24 порта и с 1 на 16 портов, для корпусов 5-8 коммутатор агрегации обрабатывает информацию с каждого корпуса с 6 коммутаторов доступа на 24 порта и с 1 на 8 портов.

Трафик с одного корпуса на узлах агрегации рассчитывается по формуле (4.25):

$$ППр^{3-play}_{Агрегации} = ППр Triple play * FN \quad (4.25)$$

Трафик узла агрегации, поступающий из корпусов 1-4,9-16 равняется:

$ППр^{3-play}_{Агрегации} = 2150,004 * 6 + 1435,122 = 14335,146$ Мбит/с для каждого корпуса.

Трафик узла агрегации, поступающий из корпусов 5-9 равняется:

$ППр^{3-play}_{Агрегации} = 2150,004 * 6 + 781,41 = 13681,434$ Мбит/с для каждого корпуса.

Суммарная нагрузка на ядро составит сумму трафика с каждого корпуса, что составляет:

$14335,146 * 12 + 13681,434 * 4 = 172021,752 + 52725,736 = 226747,448$ Мбит/с
или же 226,747448 Гбит/с.

Таким образом, расчеты показали, что требуемой технологией для проекта является технология 100GBe.

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5 ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ.

5.1 Исходные данные для разработки

Мульти сервисная сеть проектируется в соответствии с заданием дипломного проекта для объекта ЖК «Первый Лиговский». Задачей проектирования является организация широкополосного доступа к сети Интернет и обеспечение обмена информацией среди клиентов. Мульти сервисная сеть проектируется по технологии FTTB Рассчитываемая скорость абонентского доступа 100 Мбит/с. Требования для подключения к мульти сервисной сети выдвигаются следующие:

- присутствие в компьютере сетевого адаптера с интерфейсом Ethernet 10/100BaseTX;
- присутствие операционной системы, которая поддерживает протокол TCP/IP.

5.2 Основные сетевые решения

Для лучшей организации мульти сервисной сети будет произведено деление сети на сегменты. Для разделения сети на сегменты мы применим деление по типу топологии «Звезда». ЖК «Первый Лиговский» распределим на 4 сегмента, на каждом сегменте имеется собственный коммутатор агрегации, который принимает на себя нагрузку с четырех корпусов. Каждый сегмент подключен к главному коммутатору уровня ядра посредством оптоволоконного кабеля.

Домовой узел связи спроектирован следующим образом: во всех подъездах размещены коммутаторы доступа, подключенные на основе топологии «звезда». Преимуществами данной организации сети в том, что при выходе из строя одного из коммутатора, остальные коммутаторы сохраняют свою работоспособность, так же облегчено нахождение неисправностей и обрывов сети. Коммутаторы доступа подключены к коммутатору агрегации.

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Проект сети представлен на рисунке 5.1

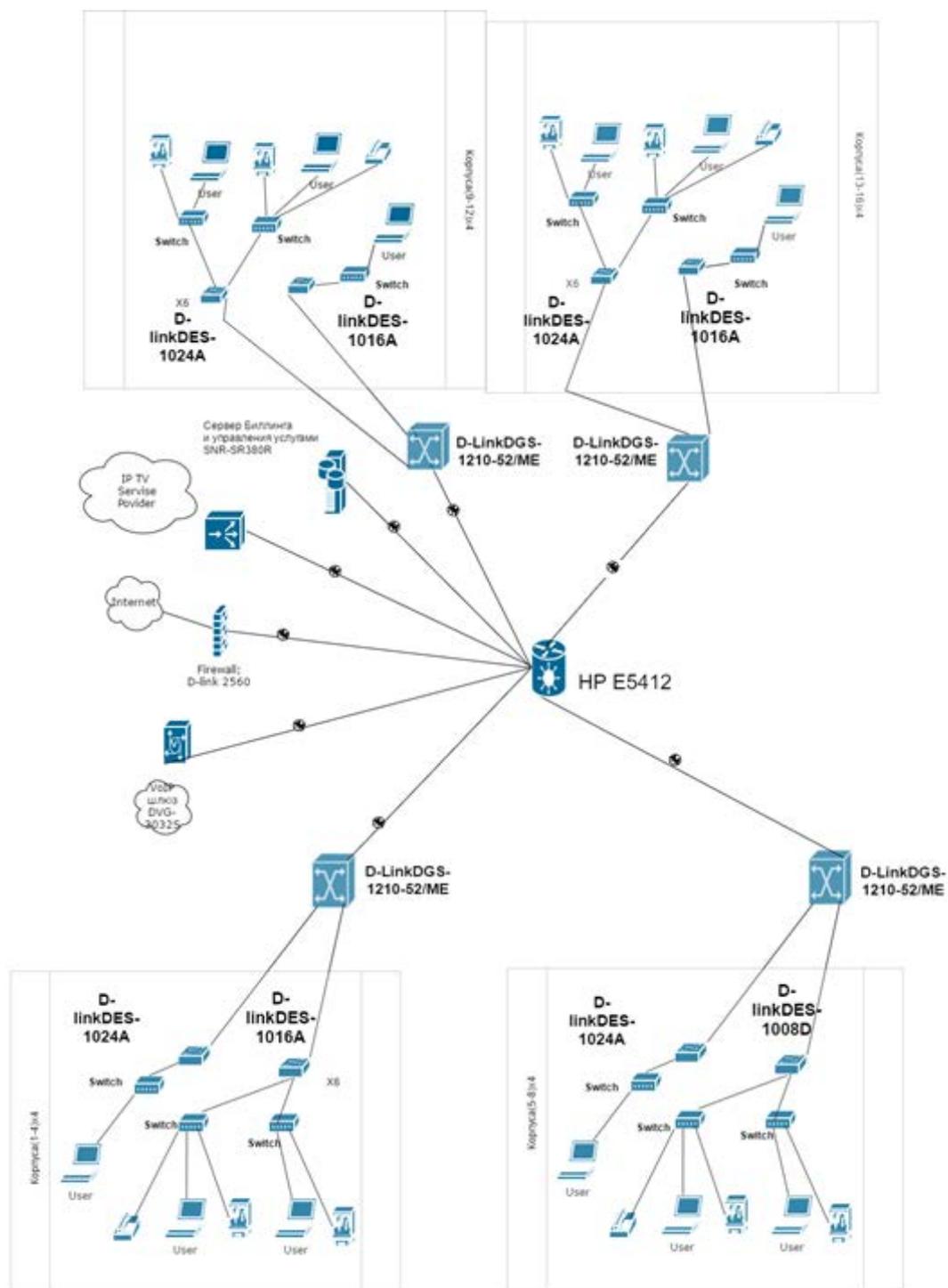


Рисунок 5.1 - Проект сети

Схема размещения оборудования представлена на рисунке 5.2

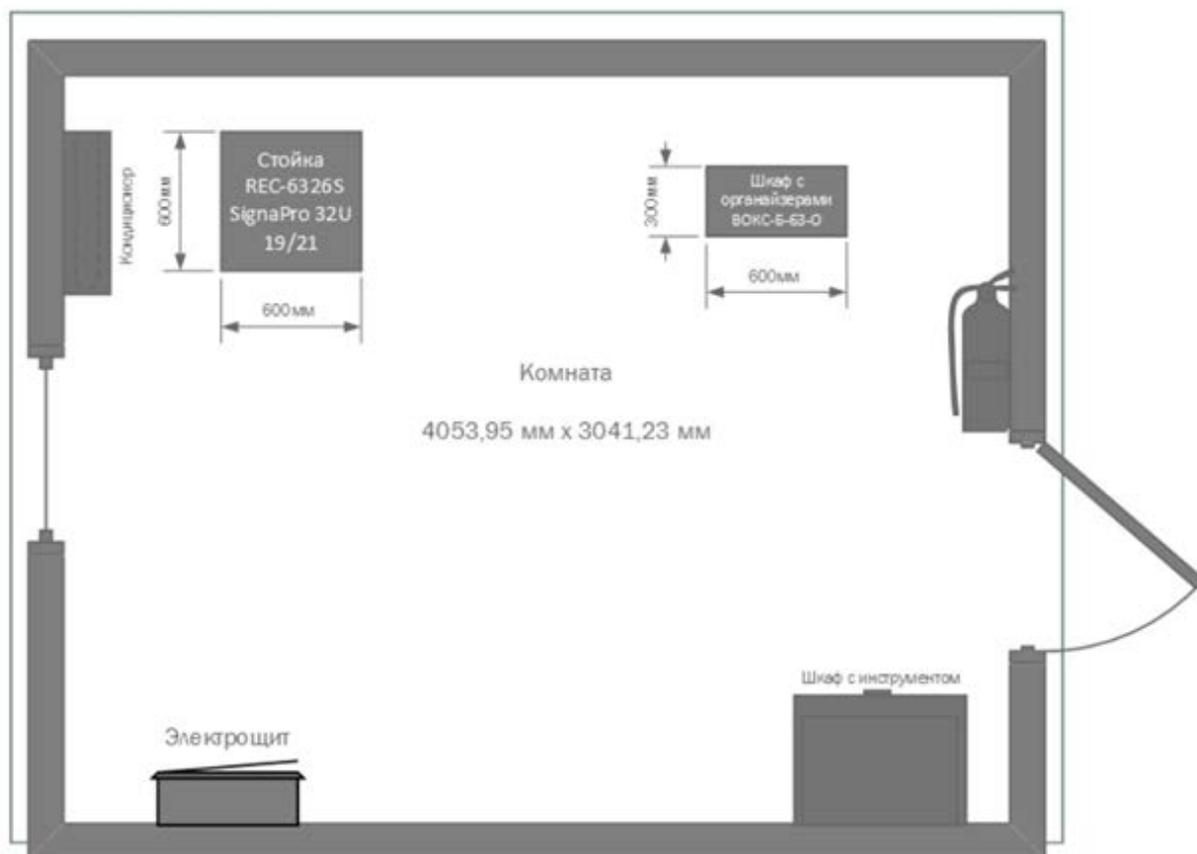


Рисунок 5.2 - Проектируемая схема размещения оборудования

5.3 Проект линейно-кабельных сооружений

В данном проекте будет задействована уже имеющаяся в объекте кабельная канализация а так же будет осуществлена постройка некоторых новых сегментов.

В процессе проектирования линейных сооружений должны учитываться РД, ТУ и ГОСТы, а также экономические и технические условия для объекта проектирования.

Оптоволоконные кабели предназначены для разнообразных условий эксплуатации и монтажа. Они различаются по назначению, внешнему дизайну, защитной оболочке, которая защищает кабель от помех и деформаций разного вида. Из-за различных особенностей оптоволоконные кабели распределяются на линейные (для прокладки вне объекта) и внутриобъектовые (для прокладки в самом объекте).

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В оптоволоконных сетях в России применяется множество видов оптоволоконных кабелей. Как правило, кабель с жилами состоит из трубки, вокруг которой оплеткой расположен защитный силовой элемент.

Защита может быть, как стекловолоконной, так и стальной. В одном модуле таких кабелей двенадцать волокон, возможное количество нитей является сто сорока четырем, что равно двенадцати модулям. Схематический вид таких кабелей представлен на рисунке 5.3.

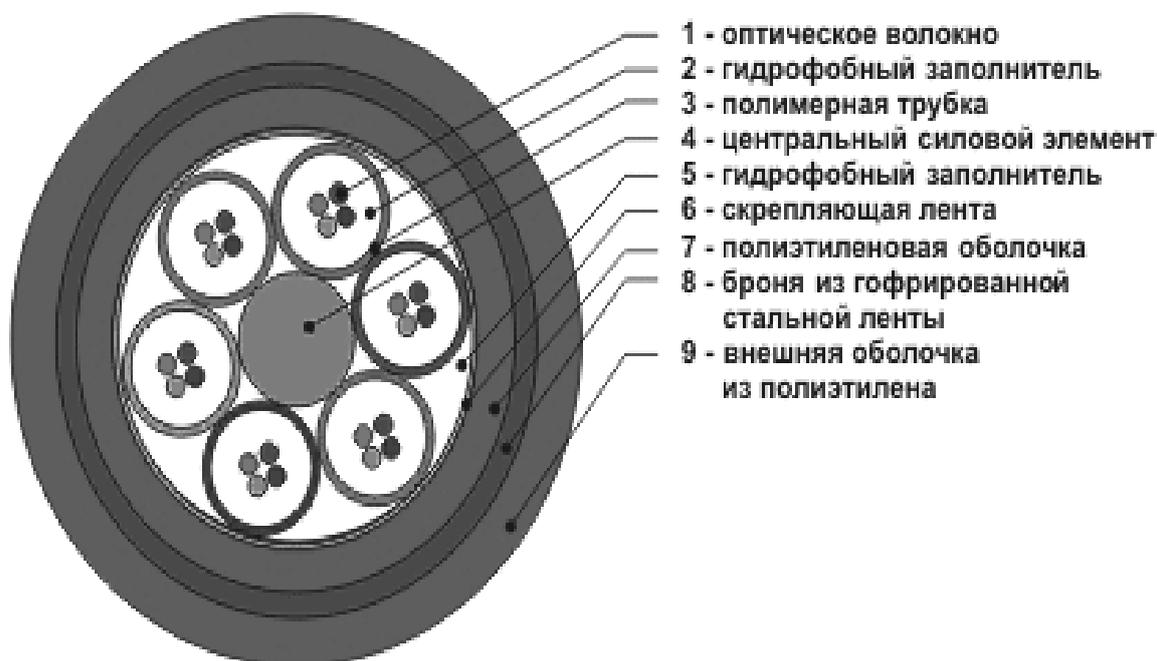


Рисунок 5.3 – Оптический кабель для прокладки в ТЭК в разрезе

Использование FRP защитного элемента дает преимущество в защите кабеля от электромагнитных излучений, в то же время это является более дорогим решением, чем защитный элемент из стали, но ненамного. В связи с этим, ряд производителей, выпускающих оптоволоконные кабели, абсолютно не производят защитные элементы из стали.

В некотором случае, ядра могут быть одномодульными – внутри имеется большая трубка, в которой имеется 12, 24 или 48 оптических волокон. В самом

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

ядре отсутствуют силовые элементы. Главным преимуществом таких кабелей являются малый диаметр, и невысокая стоимость.

В кабелях внешней прокладки так же применяется влагоустойчивая защита – пустое место заполняется герметичным материалом.

На рисунке 5.4 приведена таблица разных типов кабелей по производителям.

Производитель	Инкаб	Еврокабель 1	ОФС Связьстрой-1 ВОКК	ОКС 01	Москабель- Фуджикура	Одескабель
в трубы	ДПО, микро ДПО	ОТД, ОТМ, ОТЦ	ДП, СП, ДПа, СПа	ДПО, ДАО, ДПВ	ОКТМ, ОКЗм, ОКТЦ	—
в кабельную канализацию	ДПЛ, ДОЛ, ТОЛ	ОКД, ОКМ, ОКЦ	ДБП, ДБН, ДПБ, ДПБс	ДПЛ, ДОЛ, ОПЛ, ОПР	ОККМ, ОККЦ, ОКЗмС	ОКЛБг, ОКТБг, ОТЛ
в грунт	ДПС, ДПД, ТОС, ТОД	ОГД, ОГМ, ОГЦ	ДКП, ДКПа	ОПС, ОАС, ДПС, ДПМ, ОПМ, ДАС	ОКГМ, ОКГЦ, ОКЗмБ, ОКЗтБ	ОКТК, ОКЛК
усиленный в грунт	ДПС2, ДПД2, ТОС2, ТОД2	—	ДКП	ОП2, ДА2, ДП2, ОП1, ДП1, ОА2	—	ОКЛКК, ОКТКК
подвесной с выносным силовым элементом	ДПОд, ДПОм, ТПОм, ТПОд, ТПОд2	ОПд, ОПц	ДТ, ДД	ДПК, ОПК, ОПд, ДПд	ОКПМ, ОКПЦ	ОКЛ8, ОКТ8
подвесной самонесущий	ДПТ, ДОТ, микро ДОТ	ОСД	ДС, ДН	ДПТ, ДПТс, ДОТ, ДОТс	ОКСМ, ОКСД	ОКЛ(ADSS), ОКТ (ADSS)

Рисунок 5.4–Таблица типов кабеля по различным производителям

В соответствии с требованиями и нормами по проектированию линейных сооружений, согласно РД 45.120-2000 для данного проекта был выбран оптический кабель ТОЛ-П-2.7кН

На рисунке 5.5 представлена схема проектируемых линейно-кабельных сооружений.



Рисунок 5.5 - Проектируемые линейно-кабельные сооружения.

5.4 Выбор оборудования

Одним из важнейших этапов в разработке проекта является подбор оборудования. Как правило, не существует фирмы, которая может полностью обеспечить работу сети только своей продукцией. По этой причине сеть составляется из оборудования разных компаний. Так же при выборе оборудования, стоит учитывать не только технические характеристики, но и конечную стоимость оборудования. Для проектируемой сети было выбрано оборудование фирм D-Link и HP.

На уровне ядра находится управляемый коммутатор HP E5412. Коммутатор имеет 12 свободных слотов для модулей, поддерживает 96 портов 10-GbE, 288 портов 10/100/1000 с автоматическим определением скорости или 288 портов mini-GBIC, или их комбинацию. Пропускная способность составляет 758,4 Гбит/с.

На уровне агрегации были выбраны коммутаторы D-Link DGS-1210-52/ME. Данные коммутаторы имеют защиту от статического электричества 6 кВ,

обеспечивают устойчивость к скачкам напряжения, а полный набор функций безопасности и аутентификации защищает сеть от внутренних и внешних угроз.

В качестве коммутаторов доступа были выбраны коммутаторы D-Link DES-1024A, D-Link DES-1016A, D-Link DES-1008D, которые имеют высокую пропускную способность и имеют функцию энергосбережения, которая позволяет существенно сократить расходы на электроэнергию.

Сервера биллинга, управления сетью и приложениями функционируют на базе выделенных серверов Intel Xeon.

Все оборудование было выбрана с учетом максимальной нагрузки на сеть.

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЯТЫХ РЕШЕНИЙ

6.1 Смета затрат

Смета затрат (таблица 6.1) содержит затраты на оборудование, кабели связи и дополнительные средства используемые для монтажа сети связи.

Таблица 6.1 – Смета затрат на приобретение оборудования и кабелей связи

№	Наименование	Кол-во	Стоимость	Сумма
1	Коммутатор ядра сети HP E5412	1	225730	225 730
2	Коммутатор агрегации D-Link DGS-1210-52/ME	4	25000	100 000
4	Коммутатор доступа D-link DES-1024A	96	2000	192 000
5	Коммутатор доступа D-link DES-1016A	8	1800	14 400
6	Коммутатор доступа D-link DES-1008D	8	1400	11 200
7	VoIP шлюз d-link DVG-3016S	1	60 000	60 000
8	Межсетевой экран D-Link DFL-2560	1	270 478	270 478
9	Модули оптические	3	40 000	120 000
10	Шкаф серверный 19" стальной	4	16000	64 000
11	Шкаф антивандальный с модулем бесперебойного питания	116	16 000	1 856 000
12	Лицензия на биллинг Carbon Blling	1	150000	150 000
14	Кабель оптический ТОЛ-П-2.7кН-8	8	23000	184 000
16	Витая пара Hyperline UTPP50 Cat.5 IN-PVC (барабан 2,5 км), шт	1	199000	199000
17	Витая пара Hyperline UTPP2 Cat.5 IN-PVC (барабан 1 км), шт	8	15100	120 800
18	Розетки RJ-45	116	50	5 800
18	Сервер биллинга и управления услугами 2U Intel Xeon x7 4820 3100MHz 32 DDRIII 4Tb Raid	1	210000	210000
	ИТОГО (Коб):			3 783 408

Как правило, при покупке учитываются такие затраты как: Кпр – расходы на покупку оборудования; Ктр – транспортные расходы в том числе таможенные расходы (4% от Кпр); Ксмп – строительно-монтажные расходы (20% от Кпр); Кт/у – траты на тару и упаковку (0,5% от Кпр); Кзср –

заготовительно-складские расходы (1,2% от Кпр); Кпнр – прочие непредвиденные расходы (3% от Кпр).

$$K_{\text{кап}} = K_{\text{пр}} * (K_{\text{пр}} + K_{\text{тр}} + K_{\text{смп}} + K_{\text{м/у}} + K_{\text{зср}} + K_{\text{пнр}}) \quad (6.1)$$

$$K_{\text{каб}} = 3783408 * (0,04 + 0,2 + 1 + 0,005 + 0,012 + 0,03) = 4869246,096$$

В отдельном порядке рассчитываются расходы на строительство линейно-кабельных сооружений. Обычно, стоимость прокладки 1 км волоконно-оптического кабеля находится в пределах от ста до двухсот тысяч рублей.

Общие расходы на прокладку кабеля составят (6.2):

$$K_{\text{каб}} = L * Y \quad (6.2)$$

где L – длина трассы прокладки кабеля; Y – стоимость 1 км. прокладки кабеля.

$$K_{\text{каб}} = L * Y = 8 * 140000 = 1120000 \text{ рублей}$$

Суммарные расходы на реализацию проекта вычисляются по формуле:

$$K_{\text{общ}} = K_{\text{кап}} + K_{\text{лкс}} \quad (6.3)$$

$$K(\text{общ}) = 1120\,000 + 4\,486\,246,096 = 5\,598\,246,096 \text{ рублей}$$

Итого капитальные вложения в проект составляют 5 миллиона 989 тысяч 246,096 рублей.

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

5.2 Расчет эксплуатационных расходов

Эксплуатационными расходами называются текущие расходы предприятия на производство услуг связи. В состав эксплуатационных расходов входят все расходы на содержание и обслуживание сети связи.

Эксплуатационные расходы по своей экономической сущности выражают себестоимость услуг связи в денежном эквиваленте.

Для определения эксплуатационных расходов используем статьи:

1. Затраты на оплату труда.
2. Единый социальный налог.
3. Амортизация основных фондов.
4. Материальные затраты.
5. Прочие производственные расходы.

Чтобы определить годовые затраты на персонал требуется знать его численность. Суммарное время работы персонала составляет 176 часов в месяц. Затраты заработную плату приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Состав персонала по обслуживанию станционного оборудования

Должность	Плата за 1 час, руб.	Кол-во, чел.	Сумма з/пл., руб.
Инженер связи	185	1	32 560
Электромеханик	150	1	26 400
Сетевой администратор	150	1	26 400
ИТОГО (ЗПст)		3	85 360

Необходимый штат сотрудников предприятия связи приведён в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Состав персонала по обслуживанию линейного тракта

Наименование должности	Плата за 1 час,руб.	Кол-во, чел.	Сумма з/пл., руб.
Инженер линейных сооружений	185	1	32 560
Кабельщик-монтажник	110	3	3х19 360
ИТОГО (ЗП)		4	90 640

Годовой фонд оплаты труда определяется как (6.4):

$$F_{\text{г}} = \sum_{i=1}^n F_{\text{н}} * K * K_d \quad (6.4)$$

где $m=12$ – количество месяцев в году;

$K_d=1,04$ – коэффициент, учитывающий доплату за работу с вредными условиями труда;

$$K = 1,25 \text{ для } 1 \text{ и } 2 \text{ а } 1,5 \text{ для } 3 \text{ и } 4$$

1. для стационарного персонала:

$$FOT^{\text{год ст}} = 85\,360 * 12 * 1,04 * 1,25 = 1\,331\,616 \text{ руб.}$$

2. для линейного персонала:

$$FOT^{\text{год лн}} = 90\,640 * 12 * 1,04 * 1,25 = 1\,413\,984 \text{ руб.}$$

Общий годовой фонд оплаты труда составит (6.5):

$$FOT^{\text{год}} = FOT^{\text{год ст}} + FOT^{\text{год лн}} \quad (6.5)$$

$$FOT^{\text{год}} = 1\,331\,616 + 1\,413\,984 = 2\,745\,600 \text{ руб.}$$

Годовой фонд оплаты труда составит 2 миллиона 745 тысяч 600 рублей.

Страховые взносы составляют 30 % от фонда оплаты труда (2014 год):

$$C_{\text{во}} = FOT^{\text{год}} * 0,3 \quad (6.7)$$

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

где $X_{CB}=0,30$, коэффициент страховых выплат;

$CB = 823\ 680$ руб.

Сумма страховых взносов составляет 823 тысячи 680 рублей.

Под амортизацией понимается процесс постепенного возмещения стоимости основных фондов, переносимой на вновь созданную продукцию (услугу), в целях накопления средств для реконструкции и приобретения основных средств. Величина амортизационных отчислений определяется установленной долей ежегодных отчислений (норма амортизации) от стоимости основных средств. Рассчитаем сумму амортизационных отчислений согласно утверждённых норм амортизационных отчислений.

Амортизационные отчисления на полное восстановление производственных фондов рассчитываются по формуле (6.8):

$$A_{\text{год}} = \frac{Q}{d} \cdot \Phi_{\text{перв}} \cdot H \quad (6.8)$$

где $\Phi_{\text{перв}}$ – первоначальная стоимость основных фондов (приравнивается к капитальным вложениям);

H_a – норма амортизационных отчислений для данного типа оборудования и линейно-кабельных сооружений составляет 5%.

$AO_{\text{год}} = 299\ 462,3048$ руб.

Затраты на амортизационные отчисления 299 тысячи 462,3048 рубля.

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:

1. затраты на оплату электроэнергии определяются в зависимости от мощности стационарного оборудования, (120 ЭУ) (6.9):

$$Z_{\text{э}} = P \cdot T \cdot Z \cdot K \cdot P_n \quad (6.9)$$

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где $T = 4,2$ руб./кВт . час – тариф на электроэнергию.

$P = 0,045$ кВт – мощность одной установки в среднем (n =количество установок: 121).

$Z_t = 8760$ часов работы в году;

Тогда, затраты на электроэнергию составят

$$Z_{эН} = 200\,332,44 \text{ руб.}$$

2. затраты на материалы и запасные части составляют 3,5% от ОПФ:

Затраты на материалы и запасные части рассчитываем по формуле (6.10)

$$Z_m = O П * L \quad (6.10)$$

где ОПФ - это основные производственные фонды (капитальные вложения $K_{общ}$).

L – коэффициент затрат на материалы, 0,035.

В итоге материальные затраты составляют:

$$Z_m = 209\,623,61336 \text{ руб.}$$

Таким образом, общие материальные затраты равны сумме затрат на электроэнергию и материальных затрат (6.11):

$$Z_{общ} = Z_{эН} + Z_m \quad (6.11)$$

$$Z_{общ} = 409\,956,05336 \text{ руб.}$$

Материальные затраты составили 409 тысяч 956,055336 рублей.

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

$$Z_{пр} = O_p , * F_5 O \quad (6.12)$$

$$Z_{эк} = O_{эк} , * F_5 O \quad (6.13)$$

Подставив значения в формулы (6.12) и (6.13) , получаем:

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Зпр = 411 840 руб.

Зэк = 686 400 руб.

Таким образом, сумма других расходов определяется как (6.14):

$$Z_{\text{д р у г и е}} = Z_{\text{п р}} + Z_{\text{э к}} \quad (6.14)$$

Зпрочие = 1 098 240 руб.

Затраты на прочие расходы составят 1 миллион 98 тысяч 240 рублей.

Результаты расчёта годовых эксплуатационных расходов сведём в таблицу 6.5.

Таблица 6.5 – Результаты расчёта годовых эксплуатационных расходов

Наименование затрат	Сумма затрат, руб.	Структура, %
1. Фонд оплаты труда, годовой	2 745 600	51
2. Страховые взносы, годовые	823 680	16
3. Амортизационные отчисления	299 412,3	5
4. Материальные затраты	409 956	8
5. Прочие расходы	1 098 240	20
ИТОГО (Э)	5 376 888,3	100

6.3 Расчёт предполагаемой прибыли

При выборе размера абонентской платы и стоимости оплаты за подключение следует учитывать аналогичные тарифы у имеющих в городе конкурирующих операторов.

Используя данные из о видах услуг, предоставляемых пользователям разрабатываемой мультисервисной сети и стоимости этих услуг, проведём расчёт предполагаемой прибыли (таблица 6.6 и 6.7).

Таблица 6.5 – Прейскурант на виды предоставляемых услуг

№	Наименование услуги	Виды оплаты	Стоимость (руб)
1	IP-TV	Подключение	0
		Абонентская плата в месяц	600
		Пакет дополнительных каналов в месяц	120
		Видео по запросу	180
2	VoIP	Подключение	0
		Абонентская плата в месяц	450
3	Доступ в Интернет	Подключение	0
		Абонентская плата в месяц	600
		Реальный IP (в месяц)	120
		SMS-уведомления (в месяц)	25
		Родительский контроль	100

Стоимость услуг представлена на основании анализа цен других операторов региона, а также цен провайдера-заказчика в соседних регионах.

Таблица 6.7 – Планируемая прибыль по видам услуг

Название услуги	Абоненты	Цена	Стоимость
IP-TV, абонентская плата	1375	300	825000
IP-TV, пакет дополнительных каналов	963	100	115560
IP-TV, видео по запросу	763	100	137340
VoIP, абонентская плата	933	300	419850
Интернет, SMS-уведомления	1130	20	28250
Реальный IP (в месяц)	687	100	82440
Интернет, родительский контроль	931	100	93100
Интернет, абонентская плата	2333	450	1399800
ИТОГО (Пр _{month})			2 099 250

Сумма общей ежемесячной прибыли составляет 2 миллиона 99 тысяч 250 рублей.

Сумма ежегодной прибыли рассчитывается по формуле (6.15):

$$P_{\text{год}} = 12 \cdot P_{\text{мес}} \quad (6.15)$$

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

$$Pr_{year} = 25191000 \text{ руб.}$$

Сумма за подключение всех абонентов согласно таблице 6.7 составляет 0 рублей.

Ежегодная прибыль оценивается в 25 миллионов 191 тысяч 000 рублей при полной нагрузке сети. Таким образом, анализ результатов расчёта предполагаемой прибыли и капитальных вложений свидетельствует о достаточно высокой степени эффективности принятых проектных решений и подтверждает их экономическую обоснованность.

Проектный период составляет 5 лет, в рамках этого срока проект должен окупиться. Подробная информации прибыли на каждый год проектного периода содержится в таблице 6.8.

Таблица 6.8 – Предварительные экономические показатели проекта по доходам

Год	Количество абонентов от проектного значения	От подключения	От абонентской платы	Суммарный за год
1	0,2	0	5 038 200	5 038 200
2	0,4	0	10 076 400	10 076 400
3	0,6	0	15 114 600	15 114 600
4	0,9	0	22 671 900	22 671 900
5	1	0	25 191 000	25 191 000

6.4 Определение оценочных показателей проекта

Среди основных показателей проекта можно выделить срок окупаемости, т.е. временной период, когда реализованный проект начинает приносить прибыль превосходящую ежегодные затраты.

Для оценки срока окупаемости можно воспользоваться принципом расчета чистого денежного дохода (NPV), который показывает величину дохода на конец *i*-го периода времени. Данный 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 (6.16):

$$NPV = PV - IC \quad (6.16)$$

где PV – денежный доход, рассчитываемый по формуле (5.15); IC – отток денежных средств в начале n-го периода, рассчитываемый по формуле (6.16).

$$PV = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} \quad (6.17)$$

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

$$IC = \sum_{n=1}^m \frac{I_n}{(1+i)^{n-1}} \quad (6.18)$$

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

В таблице 6.9 приведены расчеты NPV для проекта со следующими показателями: ставка дисконта 10%.

Параметр P показывает доход, полученный за текущий год. Не стоит забывать, что в таблице 6.8 приведены доходы от конкретного количества абонентов, которые были подключены за год, т.е. без учета уже имеющих абонентов.

$$P_i = P_n \cdot (1+i)^{n-1} + \sum_{l=2}^T P_n \cdot (1+i)^{n-l} - P_{a,i} \cdot (1+i)^{n-1} \quad (6.19)$$

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где $P_{подк(i-1)}$, $P_{аб(i-1)}$ - доходы от подключения абонентов и доход от абонентской платы за год; T – расчетный период.

Таблица 6.9 – Оценка экономических показателей проекта с учетом дисконта

	P	PV	I	IC	NPV
0	0	0	11 366 134,396	11 366 134,396	-11 366 134,396
1	5 038 200	4 580 181,81	5 376 888,3	16 734 022,969	-12153841,159
2	10 076 400	12 907 785,11	5 376 888,3	21 624 103,241	-8716318,131
3	15 114 600	24 263 607,79	5 376 888,3	25 067 812,579	-804204,789
4	22 671 900	39 748 820,54	5 376 888,3	29 107 548,341	10 641 272,199
5	25 191 000	55 390 449,58	5 346 753,35	32 780 035,397	22 610 414,183

Как видно из приведенных в таблице 6.9 рассчитанных значений, проект окупиться на 4 году эксплуатации, так как в конце 4 года мы имеем положительный NPV.

Срок окупаемости (PP) – показатель, наиболее часто принимаемый в аналитике, под которым понимается период времени от момента начала реализации проекта до того момента эксплуатации объекта, в который 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 (6.20):

$$PP = T + |NPV_{n-1}| / (|NPV_{n-1}| + NPV_n) \quad (6.20)$$

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.

$$PP = 4,07 \text{ года}$$

Исходя из этого, срок окупаемости, отсчитанный от начала операционной деятельности (конец нулевого года), составляет 4 года и 1 месяц.

Индекс рентабельности представляет собой относительный показатель, характеризующий отношение приведенных доходов приведенным на ту же дату инвестиционным расходам и рассчитывается по формуле (6.21):

$$P = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} / \sum_{n=1}^m \frac{I_n}{(1+i)^n} \quad (6.21)$$

$$PI = 1,6$$

Если $PI > 1$, то проект следует принимать; если $PI < 1$, то проект следует отвергнуть; если $PI = 1$, то проект ни прибыльный, ни убыточный.

Индекс PI следует рассчитывать для момента, когда проект окупается, либо на длительность временного периода расчета (общее количество лет). Если необходимо вычислить рентабельность в %, то необходимо из PI вычесть 1.

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.

Экономический смысл показателя IRR заключается в том, что предприятие может принимать любые решения инвестиционного характера, уровень рентабельности которых не ниже цены капитала. Чем выше IRR, тем больше возможностей у предприятия в выборе источника финансирования. Иными словами, что он показывает ожидаемую норму доходности (рентабельность инвестиций) или максимально допустимый уровень инвестиционных затрат в оцениваемый проект. IRR должен быть выше средневзвешенной цены инвестиционных ресурсов (6.22):

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

$$IRR > i \quad (6.22)$$

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:

$$I = i_1 + \frac{R}{N} \frac{1}{1 - R} \frac{P}{2} \frac{V}{P} (i_2 - i_1) \quad (6.23)$$

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

Для описанного выше примера будем иметь:

$i_1 = 10\%$, при котором $NPV_1 = 10\,641\,272,199$ руб.; $i_2 = 23\%$ при котором $NPV_2 = -804\,204,789$ руб.

Следовательно, расчет внутренней нормы доходности будет иметь вид:

$$IRR = 10 + \frac{10\,641\,272,199}{10\,641\,272,199 - (-804\,204,789)} (23 - 10) = 22.$$

Таким образом, внутренняя норма доходности проекта составляет 22%, что больше цены капитала, которая рассматривается в качестве 10%, таким образом, проект следует принять. В случае если, $IRR < I$ проект нецелесообразен для реализации.

В данном разделе осуществлена оценка капитальных вложений в предлагаемый проект и калькуляция эксплуатационных расходов. Определен общий дохода от реализации проекта, рассчитаны основные оценочные показатели проекта, характеризующие финансовый уровень решения задач. Рассчитанные технико-экономические показатели на конец расчетного периода сведены в таблицу 6.10.

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 6.10 – Основные технико-экономические показатели проекта

Показатели	Численные значения
Количество абонентов, чел	2333
Капитальные затраты, руб	5 989 246
Ежегодные эксплуатационные расходы, руб, в том числе:	5 376 888,3
Расходы на оплату производственной электроэнергии	200 332
Расходы на материалы, запасные части и текущий ремонт	409 956
Фонд оплаты труда	2 745 600
Страховые взносы	823 680
Амортизационные отчисления	299 412,3
Доходы (NPV), руб	22 610 414,183
Внутренняя норма доходности (IRR)	22
Индекс рентабельности (PI)	1,6
Срок окупаемости, год	4,07

Анализ технико-экономических показателей проекта свидетельствует о достаточной степени эффективности принятых проектных решений и подтверждает их экономическую обоснованность.

7 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

При работе с волоконно-оптическими кабелями необходимо выполнять требования техники безопасности. По этой причине, задействованные при выполнении работ специалисты обязаны знать и выполнять инструкции при работе со стекловолокном.

Очистка и резка волоконно-оптических модулей выполняется в защитных очках только над черной матовой поверхностью. С поверхности должны легко убираться осколки, на ней должны отсутствовать швы по краям, для избежание скопления стеклянной крошки. Обрезки необходимо помещать хорошо закрывающихся контейнерах или на липкую ленту. Используемые инструменты обязаны быть исправными и должны соответствовать правилам техники безопасности.

Так же запрещено смотреть в торец волокна. Что бы обнаружить лазерное излучения во время работы необходимо применять фотосенсорные карты. Это дает возможность надежно защитить глаза специалиста.

Во время монтажных работ необходимо использовать защитные перчатки и часто мыть руки. Категорически запрещено принимать пищу в том месте, где производится работа с оптоволоконном, по той причине, что гидрофобный гель, иммерсионная жидкость, эпоксидный клей, смазка представляют собой активные химические вещества и могут причинить ущерб здоровью человека.

По завершении всех работ требуется произвести утилизацию осколков оптического волокна. Требуется выполнить влажную уборку рабочих мест и поверхностей, над которой производились работы. Отходы, которые следует поместить в толстые пластиковые пакеты необходимо переместить в специализированные места.

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения ВКР был создан проект мульти сервисной сети связи ЖК «Первый Лиговский» г. Краснодар. Все поставленные перед работой задачи были полностью решены.

По результатам анализа, было вычислено начальное количество абонентов сети – 2333 абонента. Абоненты данной сети смогут воспользоваться следующим рядом услуг: доступ к сети Интернет, услуги IP-телефонии а так же IPTV.

Проектируемая сеть была разработана по технологии FTTB, это дало возможность эффективно использовать полосу пропускания канала, а также значительно уменьшить стоимость используемого оборудования уровня доступа. На уровнях ядра и агрегации как среда передачи было задействовано оптоволокно, которое расположено в кабельной канализации. На участке от распределительного шкафа до конечного пользователя был использован медный кабель UTP cat5e. Так же реализована возможность подключения дополнительных абонентов к сети.

Проект сети разработан на основе оборудования компании HP, D-Link. Выбранное оборудование сертифицировано.

При проектировании были рассчитаны первоначальные затраты для построения сети, которые составили 11 366 134 руб. Первоначальные затраты включают в себя стоимость покупки всего оборудования, затраты на прокладку оптоволоконных и кабельных линий связи, ввод их в эксплуатацию, а также расходы на обслуживающий персонал.

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Листвин А.В. Оптические волокна для линий связи. [Текст] / А.В. Листвин, В.Н. Листвин, Д.В. Швырков - Москва : Ювента, 2003 - 106с.
2. Руденков Н.А Основы сетевых технологий: учебник. [Текст] / Н.А. Руденков, Л.И. Долинер - Екатеринбург: Ювента, 2011 – 268с.
3. Gerd Keiser FTTH Concepts and Applications. [Текст] / Gerd Keiser - New York: Wiley-IEEE Press, 2006 – 312с.
4. Сети FTТх [Электронный ресурс]// официальный сайт компании STC Energy. / Режим доступа: <https://ftth.ru/networks-fttx/> (дата обращения: 20.04.2017).
5. Правила прокладки ВОЛС [Электронный ресурс] // официальный сайт компании Связь Комплект. / Режим доступа: https://skomplekt.com/technology/pravila_prokladki_vols.htm/ (Дата обращения: 28.04.2017).
6. Родина О.В. Волоконно-оптические линии связи: Практическое руководство: моногр. [Текст] / Родина О.В. – Москва: Ювента, 2016 – 317с.
7. Подбор оборудования для строительства оптоволоконной сети [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://zaosi.com/blog/подбор-оборудования-для-строительства/> (Дата обращения: 10.05.2017).
8. Обзор продуктов и решений компании Cisco Systems [Электронный ресурс] // официальный сайт компании Cisco Systems. / Режим доступа: http://cisco.tu-bryansk.ru/doc/Obzor_produktoV_VIII.pdf (дата обращения: 02.01.2017).
9. Рязанский государственный радиотехнический университет
Выполнение экономической части дипломного проекта: методические указания [Текст] / Л.В. Васина, Е.Н. Евдокимова, А.В. Рыжкова, Рязань: Изд-во РГРУ, 2013 – 38с.
10. Колесник М. А. Выполнение организационно-экономической части дипломных проектов технологического профиля, 2016.

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

11. ГОСТ Р 53245-2008 – «Системы кабельные структурированные. Монтаж основных узлов системы. Методы испытаний». [Электронный ресурс] // Каталог ГОСТ / Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-53245-2008> / (Дата обращения: 02.01.2017)

12. РД 45.156-2000 «Состав исполнительной документации на законченные строительством линейные сооружения магистральных и внутризоновых ВОЛП» [Электронный ресурс] // Каталог ГОСТ / Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-45156-2000> / (Дата обращения: 02.01.2017)

13. РД 45.190-2001 «Участок кабельный элементарный волоконно-оптической линии передачи. Типовая программа приемочных испытаний» [Электронный ресурс] // Каталог ГОСТ / Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-45190-2001> / (Дата обращения: 02.01.2017)

					11070006.11.03.02.181.ПЗВКР	Лист
						75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

«_17_» июня 2017 г.

_____ /Гнатенко В.А./
(подпись)