

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
МИКРОРАЙОНА ОЗЕРКИ Г. ВОРОНЕЖ**

Выпускная квалификационная работа
обучающегося по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные
технологии и системы связи
очной формы обучения, группы 07001307
Лебедева Алексея Михайловича

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

Рецензент
Инженер электросвязи
участка систем коммутации
№1 г. Белгорода
Белгородского филиала ПАО
«Ростелеком»
Галактионов Игорь
Владимирович

БЕЛГОРОД 2017

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

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

Утверждаю
Зав. кафедрой

« ____ » _____ 201_ г.

ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

Лебедева Алексея Михайловича

1. Тема ВКР «Проектирование мультисервисной сети связи микрорайона Озерки г. Воронеж»

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

2. Срок сдачи студентом законченной работы _____

3. Исходные данные к работе:

количество абонентов микрорайона - 2975

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

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

4.1 Экспликация объекта проектирования

4.2 Анализ вариантов построения сети связи

4.3 Проектирование мультисервисной сети абонентского доступа

4.4 Расчет параметров трафика проектируемой сети

4.5 Технико-экономическое обоснование принятых решений

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

5.1 Существующая схема организации связи жилого комплекса «Озерки» г. Воронеж (А1, лист 1)

5.2 Проектируемая схема организации жилого комплекса «Озерки» г. Воронеж (А1, лист 1)

5.3 Ситуационная схема трассы прокладки кабеля и линейно-кабельных сооружений жилого комплекса «Озерки» г. Воронеж (А1, лист 1)

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

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

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал	Задание принял
4.1 – 4.4	доцент каф. ИТСиТ Урсол Д.В.		
4.5	доцент каф. ИТСиТ Болдышев А.В.		

7. Дата выдачи задания _____

Руководитель

доцент кафедры Информационно-телекоммуникационных систем и технологий»

НИУ «БелГУ» _____ Урсол Д.В.

(подпись)

Задание принял к исполнению _____ Лебедев А.М.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБЪЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ	6
1.1 План жилого комплекса	6
1.2 Требования к услугам	7
2 ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СЕТИ ДОСТУПА В ЖК ОЗЕРКИ Г.ВОРОНЕЖ	9
2.1 Технологии xDSL	9
2.2 Особенности технологии FTТх	10
2.3 Сети PON	12
2.4 Выбор варианта построения мультисервисной сети связи	14
2.5 Выбор кодека VOIP телефонии в проектируемой мультисервисной сети связи	16
3 РАСЧЕТ НАГРУЗОК И КОЛИЧЕСТВА НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ	23
3.1 Расчет трафика телефонии	24
3.2 Расчет трафика IP-TV	27
3.3 Расчет пропускной способности для доступа к сети Интернет	31
4 ВЫБОР ПРОИЗВОДИТЕЛЯ КОММУТИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ	36
5 ПРОЕКТ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА «ОЗЕРКИ»	44
5.1 Выбор оборудования для проектируемой мультисервисной сети связи ЖК «Озерки»	44

					<i>11070006.11.03.02.502.ПЗВКР</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		<i>Лебедев А.М.</i>			Проектирование мультисервисной сети связи микрорайона Озерки г. Воронеж	Лит.	Лист	Листов
Провер.		<i>Урсол Д.В.</i>					2	76
Рецензент		<i>Галактионов И.В.</i>				<i>НИУ «БелГУ», гр.07001307</i>		
Н. контр.		<i>Урсол Д.В.</i>						
УТВ.		<i>Жуляков Е.Г.</i>						

5.2 Выбор типа линии связи и план размещения оборудования	53
6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА	57
6.1 Расчет капитальных вложений на оборудование и строительномонтажные работы	57
6.2 Расчет эксплуатационных расходов	60
6.3 Определение доходов от основной деятельности	64
6.4 Определение оценочных показателей проекта	65
7 МЕРЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ОХРАНЫ ТРУДА, ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	71
7.1 Меры по охране окружающей среды	71
7.2 Техника безопасности и охрана труда на предприятиях связи	72
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	74
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	75

						Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВВЕДЕНИЕ

Растущая популярность мультисервисных сетей связи, сделала данное направление ведущим в развитии телекоммуникационных услуг в последнее время. Для того, чтобы удовлетворить потребности имеющихся абонентов в предоставляемых услугах и привлечь новых, операторы создают современные сети связи, которые способны предоставить широкий спектр услуг.

Рост количества предоставляемых услуг, вынуждает провайдеров строить несколько различных сетей, что зачастую является трудоёмкой процедурой и негативно сказывается на бюджете проекта. Решением данных проблем может стать создание мультисервисной сети связи. Это многоцелевая среда, которая использует общий канал передачи данных : речи, изображения и данных с использованием технологии IP.

В настоящее время жители собирают подписи с обращением к руководству жк с просьбой помочь им в решении проблемы, связанной с крайне низким качеством услуг единственного поставщика Интернета – **JustLan.**

Качество услуг данного провайдера является крайне низким, неоднократные обращения жителей жилого комплекса в вышеуказанную компанию не возымели успеха, поэтому они считают недопустимым продолжать монополию JustLan, и необходимым создать равные условия для работы в ЖК «Озерки» других поставщиков услуг по предоставлению Интернета, что позволит жителям самим осуществить выбор компании на основании конкуренции, в соответствии с правилами рыночной экономики.

В возводящемся жилом комплексе "Озерки" г. Воронеж отмечается увеличение спроса на голосовые и мультимедиа услуги на основе IP - протокола. Построение мультисервисной сети связи в жилом комплексе "Озерки" позволит предоставить новым жителям самые современные услуги связи, этим и обусловлена актуальность ВКР.

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

Цель данной выпускной квалификационной работы - это предоставить жителям данного жилого комплекса мультисервисные услуги связи.

Чтобы достигнуть поставленную цель необходимо выполнить следующее:

1. Проанализировать проектную документацию ЖК «Озерки» и оценить количество потенциальных абонентов.
2. Проанализировать провайдеров-конкурентов, осуществляющих предоставление мультисервисных услуг на территории ЖК «Озерки».
3. Проанализировать современные технологий построения мультисервисных сетей связи и выбрать подходящий вариант.
4. Составить перечень предоставляемых телекоммуникационных услуг и определить необходимые ресурсы сети для них.
5. Разработать проект сети абонентского доступа.
6. Провести расчет финансовых затрат на проект и рассчитать основные экономические показатели.
7. Указать требования по технике безопасности, охране труда и природоохранных мероприятий.

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

1 ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБЪЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Строится данный комплекс на земле бывшего питомника "Озерки", существовавшего до 1990-х годов.

ЖК расположен в Левобережном районе городского округа г. Воронеж, территория проекта 72.2. С запада жилой комплекс ограничен магистралью общегородского значения, которая формирует "городское кольцо" . На востоке планируется магистраль районного значения. Имеется ряд промышленных предприятий . С севера примыкает зеленый массив.

Кварталы состоят из 17-этажных домов и 25-этажных жилых домов с пристроенными помещениями общественного назначения. Общий жилой фонд 1 254 956 м², количество квартир - 9 330.

1.1 План жилого комплекса

- Инфраструктура комплекса "Озерки" включает:
- Детские игровые площадки
- Школа на 1200 мест
- Поликлинику
- Стадион
- Кафе и ресторан
- Магазины
- Озеленённые насаждения
- Объекты социального обслуживания населения
- Фитнесс центр
- Аптека
- 2 детских сада на 250 мест каждый
- Торгово-развлекательный центр

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6



Рисунок 1.1 - План жилого комплекса "Озерки"

Таблица 1.1 – Данные проектируемой сети

Объект	Описание объекта	Общее количество квартир в 1 корпусе	Количество корпусов	Общее количество квартир
Тип 1	17 этажные дома, состоящие из 1 или более корпусов	119, по 7 на этаж	25	2975

1.2 Требования к услугам

В настоящее время быстро распространяются новые услуги связи и технологии: Интернет, цифровое ТВ, передача финансовой и юридической информации, передача данных по защищённому соединению и т.д. Однако на

данный момент в сетях доступа основным трафиком остается голосовой (телефония).

К сожалению, на данный момент жители не довольны качеством предоставления услуг (судя по местному форуму) провайдером - монополистом JustLan. Исходя из сложившейся ситуации, можно сделать вывод, что построение нашей мультисервисной сети станет конкурентноспособной и будет пользоваться спросом у населения ЖК"Озерки"

Задачей данного проекта является обеспечение транспортной сетью жилого комплекса и обеспечение качественным и разнообразным спектром телекоммуникационных услуг.

Основной набор услуг будет включать:

- Телефонию
- Интернет
- кабельное ТВ

Разные услуги популярны по-разному, нельзя утверждать, что абоненты на 100% будут использовать все услуги. Предположим, что услуги будут иметь следующий процент проникновения: Интернет – 100%, IP-TV – 55%, VoD –15% (от пользователей IP-TV), IP-телефония – 30%,

В данном ЖК более 9 тысяч жителей уже обеспечены доступом в сеть. В данной ВКР мы ставим себе задачу обеспечить 2-ую очередь строительства ЖК "Озерки" (2975Кв.) качественными услугами мультисервисной сети, с возможностью расширения для клиентов 3й очереди(7100кв.)

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

2 ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СЕТИ ДОСТУПА В ЖК "ОЗЕРКИ" Г. ВОРОНЕЖ

2.1 Технологии xDSL

Технология позволяет увеличить пропускную способность телефонных линий . Данная технология является самым быстрым способом предоставления абонентам мультисервисных услуг при имеющемся телефонном проводе. Это возможно благодаря использованию более широкой полосы частот, что позволяет повысить скорость приема и передачи данных.

Достоинства:

- Строится на уже установленной телефонной линии
- Возможно передавать разный вид трафика
- Одновременное предоставление мультисервисных услуг и телефонии
- Максимальная пропускная способность до 100Мбит/с

В основном распространены технологии ADSL/VDSL, по причине того, что могут предоставить более скоростное подключение абонентов на максимальном расстоянии. Возможна асимметричная передача данных, благодаря использованию сплиттеров, можно одновременно использовать телефонную связь и получать доступ в сеть Интернет.

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

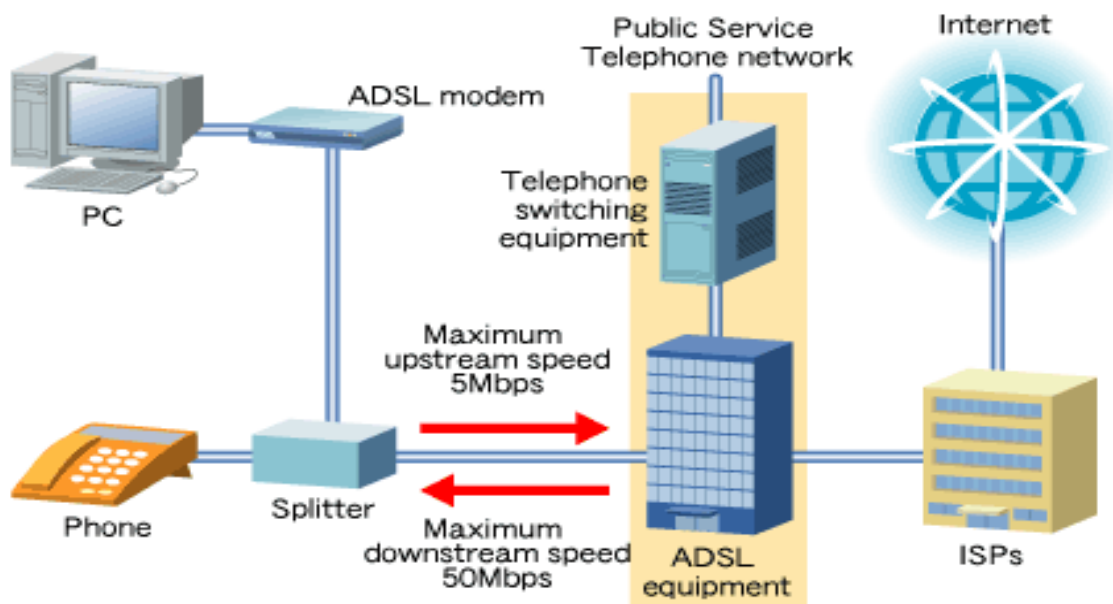


Рисунок 2.1 - Сеть на базе технологии ADSL

Технология ADSL использует отдельные полосы частот для передачи и получения данных. Скорости зависят от длины телефонной линии абонента и её изношенности т.к. данные факторы влияют на потери при передаче данных.

Для того, чтобы эффективно использовать частотный ресурс, урезается часть диапазона занятого отдачей потока данных, и расширяется диапазон частот загрузки данных.

2.2 Особенности технологии FTTx

В течение многих лет люди говорили о чудесах оптических волокон. Тем не менее, мечта оптической сети находилась далеко от материализации. Волокно к дому (FTTH) является реальностью в очень немногих местах по всему миру. Подавляющее большинство людей во всем мире до сих пор используют коммутируемые аналоговые соединения, в основном через кабель или XDSL. Ниже я исследую преимущества и недостатки волоконной оптики, пытаюсь выяснить, почему эта технология рассматривается как будущее телекоммуникаций.

Плюсы:

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Пропускная способность : оптические сигналы могут нести гораздо больше информации , чем электрические . Самые современные медные кабели теоретически могут нести 1 Gigabit. Оптические волокна, с другой стороны, имеют теоретическую емкость 350 терабит / сек или 350.000 гигабит / сек. Теперь, когда есть теория, что происходит на практике? Современные оптические сети уже могут упаковать более 1 терабит / сек в одном оптическом волокне. Витая медная пара (кабель, который поступает на ваш телефонный разъем), вместо этого, может передавать максимум 50 мегабит / секунду с использованием новейших технологий DSL.

Надежность сигнала : оптические сигналы не страдают от электромагнитных помех и представляют значительно меньшую частоту ошибок по битам по сравнению с электрическими системами. Потери сигнала также значительно ниже в оптических системах, то есть они могут перемещаться на большие расстояния. DSL технологии по медному кабелю может составлять до 5 км (18000 футов) , прежде чем она нуждается в регенерации в то время как оптическая сеть может достигать более 200 километров.

Размер и вес : сердцевина оптического волокна , имеет размер от 10 до 50 мкм (1/5 диаметра человеческого волоса) в то время как некоторые коаксиальные кабели имеют диаметры полдюйма. Вес 1 километра оптического волокна составляет около 6 кг , а такой же длины коаксиального кабеля может весить целых 1000 килограммов.

Подводя итог можно увидеть, что оптические системы имеют много преимуществ по сравнению с традиционными электрическими сетями и нет никаких сомнений в том, что они представляют будущее технологий телекоммуникации. В краткосрочной перспективе, однако, оптические сети будут расширяться в основном в магистрали и глобальные сети. Последняя миля по-прежнему будет доминировать технологии XDSL, потому что они

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

могут использовать широкий установленную базу медных кабелей, предлагая достаточную пропускную способность при значительно меньших затратах.

Оптоволокно до точки X, в зависимости от условий применения существуют различные конфигурации FTTx

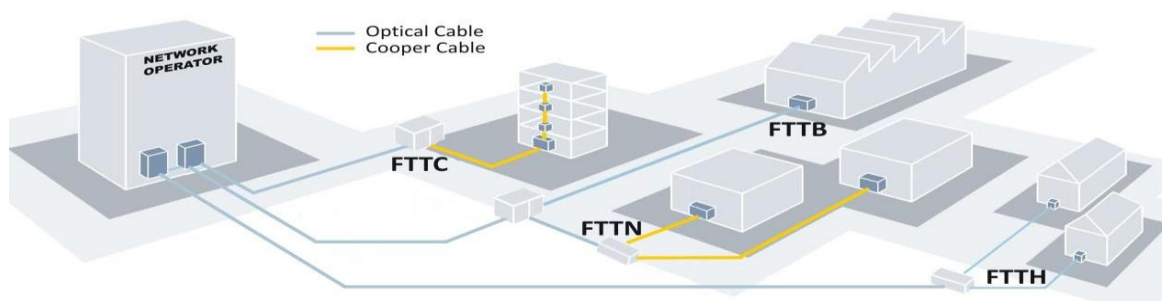


Рисунок 2.2 - Виды подключения технологии FTTx: FTTС -оптоволокно до квартала; FTTВ - до здания; FTTN - до сетевого узла; FTTH - до частного дома.

2.3 Сети PON

Организация последней мили, является одной из основных задач, которые стоят перед сетями доступа в наше время, т.е. мы при минимальных финансовых вложениях пытаемся предоставить максимальную скорость абонентам.

При построении PON, создается пассивная оптическая сеть, между приемопередающим модулем центрального узла OLT (Optical line terminal) и удаленными узлами ONT (Optical Network Terminal), имеющая топологию дерева. Сплиттеры размещаются в промежуточных узлах дерева, они не нуждаются в обслуживании и питании. Один модуль OLT способен передать трафик большому количеству абонентских ONT. К одному OLT модулю можно подключить столько ONT, сколько позволит бюджет мощности и скорость приемопередающей аппаратуры.

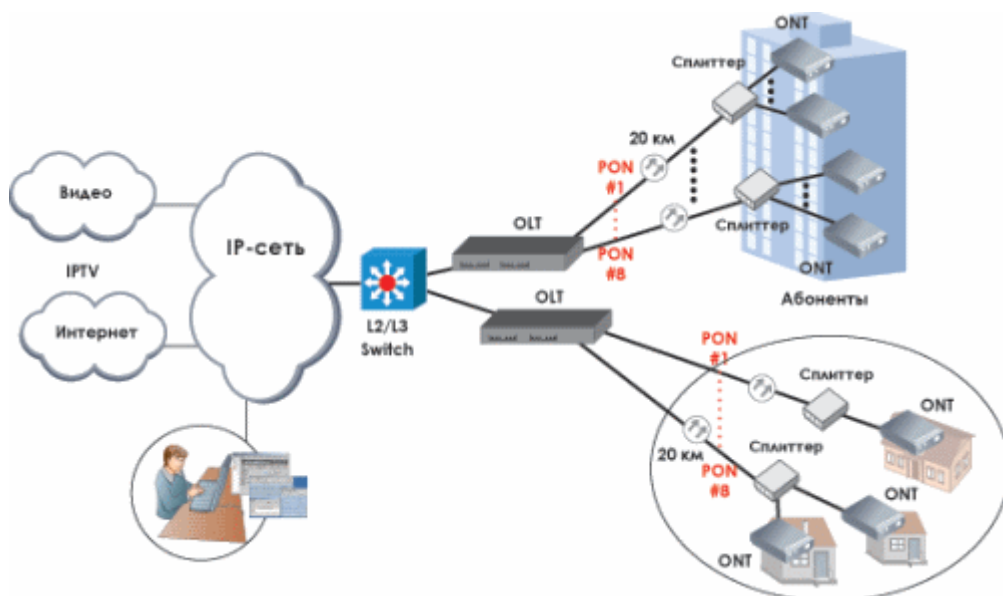


Рисунок 2.3 - Пример развертывания сети на основе технологии PON

Данная технология позволяет хорошо сэкономить, так как к одному приемопередатчику в центральном узле подключается волоконно-оптический сегмент. Сегмент сети PON способен обслуживать до 32 абонентских узлов в радиусе до 20км (технология EPON/BPON) и до 128 в радиусе 60км для GPON. Поломка одного или нескольких абонентских узлов не оказывает влияния на функционирование остальных.

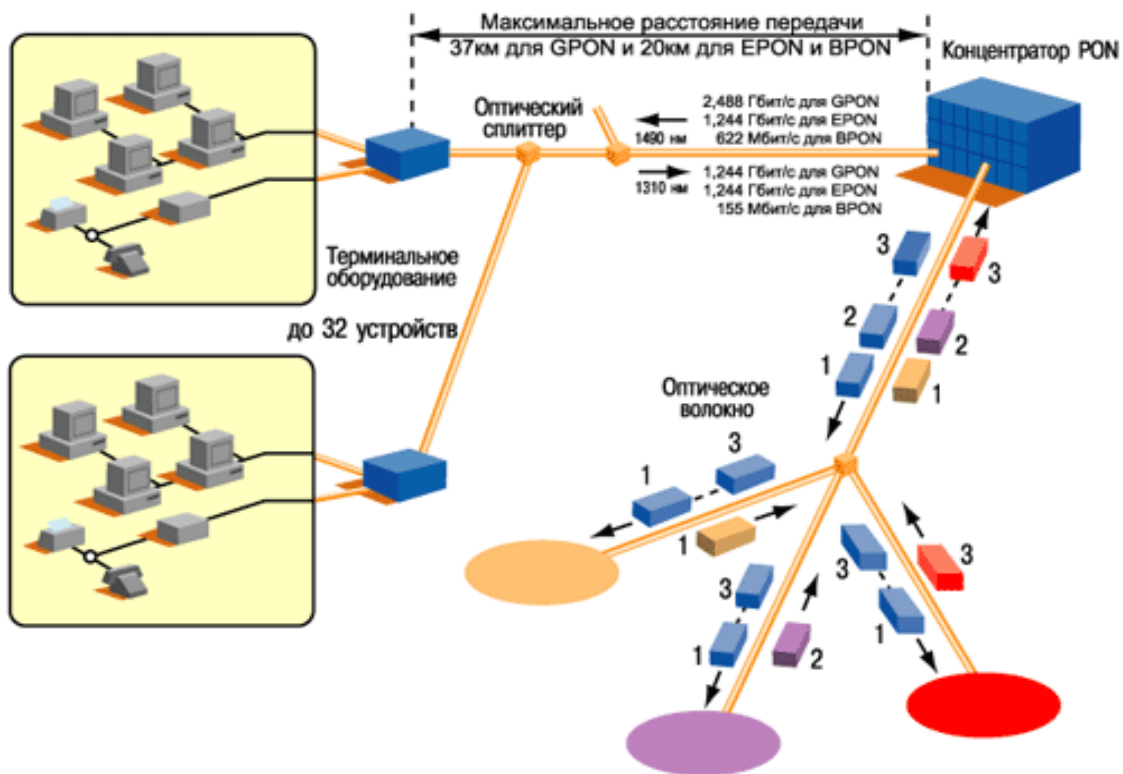


Рисунок 2.4 - Отличия разновидностей технологий PON

Преимущества PON:

- высокая плотность абонентских портов
- минимум активного оборудования
- дешевое обслуживание
- высокая масштабируемость
- возможно внедрение кабельного ТВ

Недостатки:

- Высокая стоимость создания кабельной инфраструктуры

2.4 Выбор варианта построения мультисервисной сети связи

Изучив проектную документацию ЖК"Озерки" было принято решение:

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

1. Выбрать в качестве технологии построения сети FTТВ на базе Fast/Gigabit Ethernet. Такое решение будет достаточно недорогим и при этом эффективным в плане развития, а также потребует меньше затрат, чем PON.

2. В качестве оборудования будут выбраны коммутаторы с combo портами 100 и 1000 Мбит/с для того, чтобы обеспечить перспективу дальнейшей модернизации сети и развития предоставляемого спектра услуг и сервисов.

3. Архитектура построения сети будет определена на основании рассчитанного объема оборудования уровня доступа и агрегации.

Так как в данном проекте существует только один тип жилых домов, было принято решение выбрать оптимальное количество коммутаторов для вида сооружений, в которых мы проектируем свою сеть.

Таблица 2.2 – Оптимальное количество коммутаторов в 1 корпусе жилого дома

Объект	Общее количество квартир в 1 корпусе	Количество корпусов	Количество коммутаторов	количество свободных портов
Тип 1	119, по 7 на этаж	25	2₄₈ + 1₂₄	1

Общее число коммутаторов доступа:

$$N_{к.д.48} = \sum N_{ком} = 2 * 25 = 50$$

$$N_{к.д.24} = \sum N_{ком} = 25$$

2.5 Выбор кодека VOIP телефонии в проектируемой мультисервисной сети связи

Итак, у нас с вами есть первичный цифровой канал воплощением которого в IP-сетях стал кодек G.711. Этот стандарт стал де-факто самым популярным и нынче используется в таких протоколах как SIP и SCCP. Он использует полосу пропускания в 64 кбит/секунду и наверное знаком всем, кто имеет дело с современной IP-телефонией.

Стандарт был разработан в 70-х годах прошлого столетия и в данный момент срок патента на него истёк, и он является народным достоянием. В стандарте описано два алгоритма кодирования — Mu-law (используется в Северной Америке и Японии) и A-law (используется в Европе и в остальном мире). Оба алгоритма являются логарифмическими, но более поздний a-law был изначально предназначен для компьютерной обработки процессов.

Помимо общепризнанного G.711 существует ещё масса стандартов для кодирования\декодирования аудиосигналов. Наиболее популярными из них являются G.729, G.729a, G.726, G.728. Если оценивать их по занимаемой полосе пропускания, то увидим следующую картину:

G.729 — 8 кбит/сек

G.729a — 8 кбит/сек

G.726 — 32 кбит/сек

G.728 — 16 кбит/сек

Казалось бы, если они используют меньшую полосу, то почему не стали популярнее G.711? Дело в том, что полоса пропускания — не самый важный параметр кодека, важна ещё и скорость работы, и как следствие — загрузка DSP (Digital Signal Processor) — цифрового сигнального процессора, который в реальном времени отвечает за кодирование/декодирование сигнала.

Ещё одним немаловажным критерием определяющим успешность того или иного кодека является т.н. MOS (Mean Opinion Score, в русской

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

литературе встречается как усреднённая субъективная оценка). Идея MOS очень проста: специально сформированной группе людей предоставляют возможность воспользоваться системой связи и просят поставить оценку от 1 (ужасно) до 5 (отлично). Усредненные данные такого исследования и называются MOS.

Так вот, для указанных мною кодеков оценки MOS имеют следующие значения:

G.711 — 4,1 (по некоторым источникам 4,45 для Мю-закона)

G.729 — 3,92 (возможно бы и потягался с G.711, да вот процессорного времени много потребляет)

G.729a — 3,7 (этот кодек работает гораздо быстрее своего старшего брата, но как видим — в ущерб качества)

G.726 — 3,85

G.728 — 3,61

И вот совокупность всех этих факторов (пропускная способность, скорость работы, MOS) определяет главенство того или иного кодека в царстве цифрового кодирования сигналов.

К слову сказать, все эти стандарты (ну которые начинаются на G.) являются плодами деятельности международного консультационного комитета по телефонии и телеграфии (подразделения ИТУ — международного союза электросвязи) и по сути дела являются проприетарными. А в наше время сложно представить отсутствие свободных альтернатив у проприетарных стандартов. Так и в сфере кодирования аудиосигналов родился стандарт iLBC (internet Low Bitrate Codec), который использует 15,2 Кбит/секунду и имеет оценку MOS 4,1. Именно эти факторы наряду с открытостью оказали влияние на то, что данный стандарт используется в Google talk, Yahoo messenger и всем нами любимом Skype.

Стоит отметить, что популярные IP-АТС (asterisk, cisco СМЕ) поддерживают все эти кодеки, и вы всегда вправе сами определить, что будете использовать в вашей телефонной сети.

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

Попытки создать универсальный аудиокодек предпринимаются давно. Но до последнего момента это приводило лишь к появлению на рынке еще одного продукта, а не универсала, который бы объединял сильные стороны конкурирующих решений. Кроме этого, многие удачные решения распространялись под лицензиями, требующими отчислений – роялти. Ситуация изменилась с появлением OPUS – решения нового поколения, разработанного при поддержке лидеров индустрии и открывающего новые горизонты для IP-телефонии и не только.

Слово "кодек" происходит от пары английских слов "кодер/декодер". Кодеки применяются при передаче, хранении или шифровании данных. Очень часто задачей кодека является уменьшение объема передаваемого трафика (при коммуникациях в режиме реального времени) или размера файла (при хранении данных). При передаче голоса кодеки используются повсеместно. Если канал низкого качества - можно получить приемлемое качество связи, в случае хорошего канала – отличный звук высокого разрешения, при этом объем потребляемого трафика будет существенно ниже, чем при работе с несжатым звуковым материалом. Современные кодеки могут адаптироваться под «ширину» канала в реальном времени.

Актуальной проблемой создателей кодеков для IP-телефонии было требование к скорости кодирования. Это необходимо для сохранения комфорта ведения беседы. Очень хорошим показателем считается время доставки голосовой информации менее 200 мс (0,2 сек). В этом случае комфорт ведения беседы будет таким же, как и у людей, сидящих напротив друг друга. Но за это время информацию нужно кодировать, затем передать абоненту, а после декодировать «обратно». Широко известный архивный аудиокодек MP3, например, обеспечивает задержку более 200 мс без учета времени передачи данных. Для коммуникаций в реальном времени требуются существенно более низкие цифры.

Кодек OPUS, разработанный сообществом IETF, является продуктом нового поколения, созданным специально для IP-телефонии и других задач

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

передачи звука в реальном времени. OPUS представляет собой открытый формат, стандартизованный в RFC 6716 и может быть использован разработчиками бесплатно. Отметим, что участие в стандартизации решения принимали сотрудники Skype и инженеры других ведущих корпораций. Но самое важное – выдающиеся характеристики решения. Переменный битрейт от скромных 6 до внушительных 510 кбит/с, в сочетании с настраиваемой задержкой кодирования от 2,5 до 60 мс. Большинство параметров работы OPUS можно менять без прерывания потока, то есть прямо «на лету». Это особенно полезно в случае работы в публичных беспроводных сетях, а также каналов, одновременно используемых большим количеством пользователей. К особенностям кодека также относится его способность выделения речевой информации из общего аудиопотока, что позволяет расходовать пропускную способность канала максимально эффективно. При этом, несмотря на возможность значительно снизить битрейт при обнаружении голоса, кодеку удастся избежать артефактов благодаря многоступенчатой обработке сигнала.

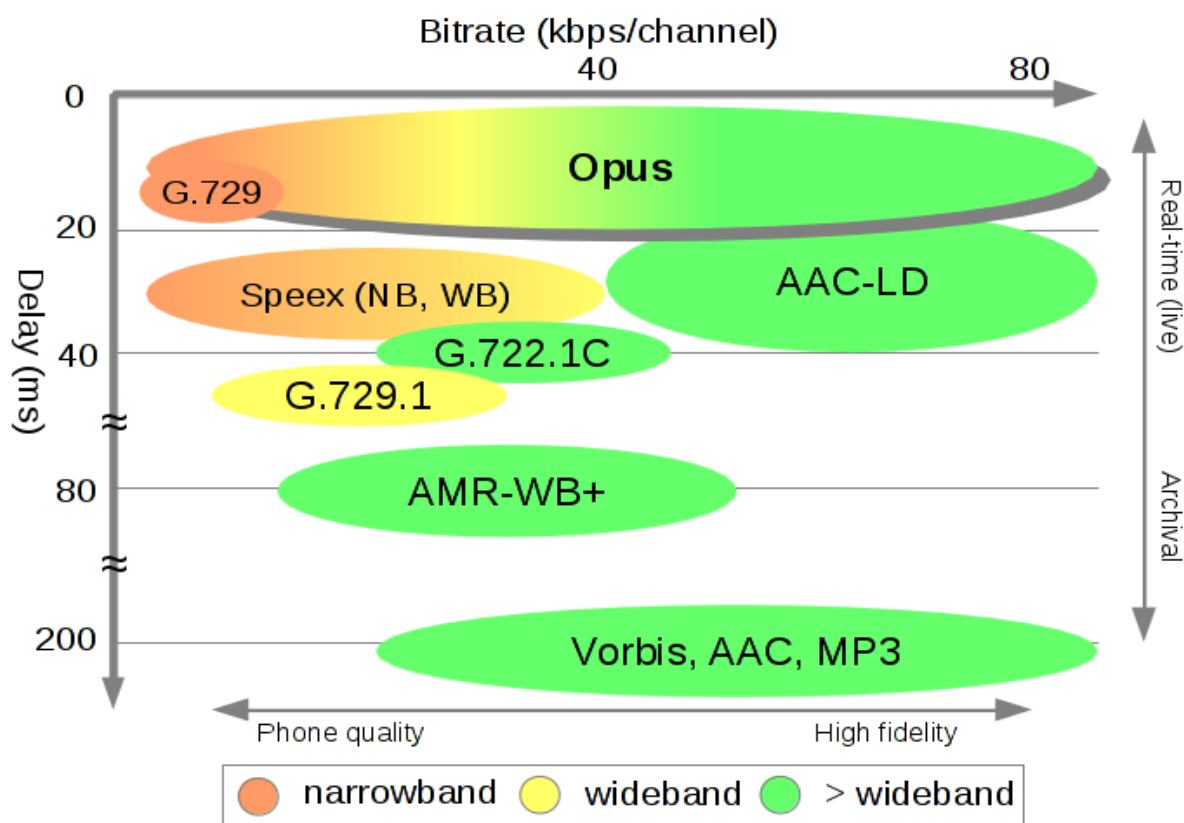


Рисунок 2.6 – Сравнение кодеков

На приведенном графике можно видеть превосходство OPUS над прочими решениями как по универсальности (от хорошего качества связи в VoIP-приложениях при низком битрейте до передачи потокового HD-стереозвука на широкополосных каналах при использовании одного решения), так и по скорости кодирования сигнала. Красные линии - коммерческие решения с закрытым исходным кодом, синие - бесплатные решения с закрытым кодом, зеленые - свободное ПО). Нельзя не упомянуть и вытекающее из свободного статуса кодека и преимущество по цене. За кодек G.729, бывший ранее "царем горы" на медленных и нестабильных каналах, включая 3G/4G (особенно в России), разработчики должны были отчислять роялти, поэтому во многих приложениях G.729 был доступен за отдельную плату.

Универсальность OPUS обеспечивается его внутренней архитектурой. По сути, решение представляет из себя...два кодека в одной упаковке. Один из них, CELT, является разработкой Xiph.org и применяется для кодирования музыки либо других "сложных" звуков, отличных от голоса. Другой, SILK, представляет собой разработку Skype и применяется для кодирования именно речевого сигнала, выделяя его из общего звукового потока. Первый, естественно, расходует полосу пропускания менее эффективно, но позволяет получить "на другой стороне" почти студийное качество звука. А SILK, напротив, оптимизирован для речи и не требует большой полосы пропускания. Подробнее с техническими аспектами работы OPUS можно ознакомиться на сайте разработчика.

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

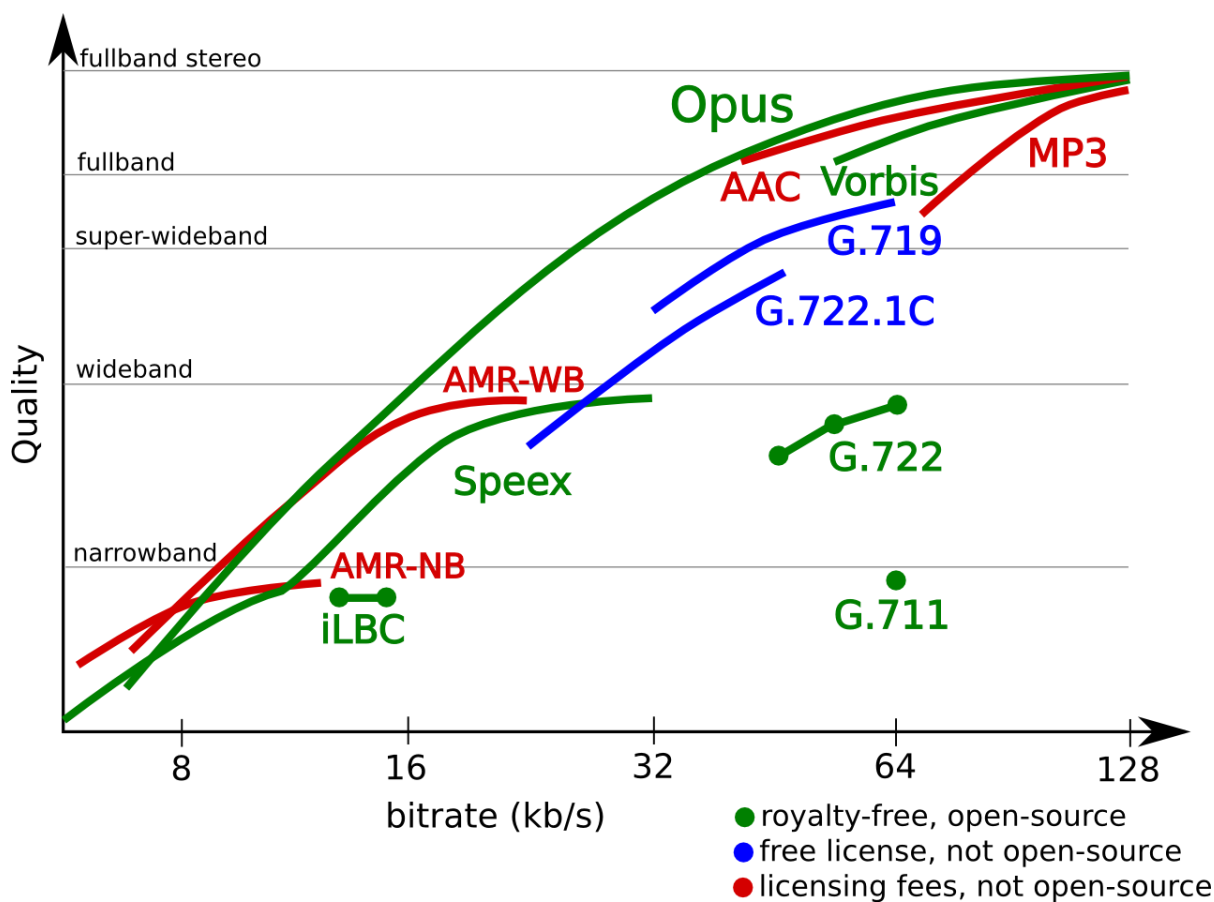


Рисунок 2.7 – Сравнение отношения качество/битрейт

Данный график - сравнение популярных аудиокодеков по качеству звука при различных значениях битрейта. На практике такая картина на графике это означает то, что для восстановления звука с таким же качеством, как и у конкурирующих решений, кодеку OPUS потребуется меньшая полоса пропускания. Обратите внимание – кодек реального времени OPUS опережает «архивный» MP3 по требованию к битрейту при равном качестве! Подробнее о кодеке OPUS можно ознакомиться в Wikipedia.

Восстановление данных в случае потерь на плохих каналах
 Несмотря на то, что качество каналов и проникновение ШПД с каждым годом улучшаются, проблема плохих каналов и сопутствующих потерь при передаче информации в реальном времени, не теряет своей актуальности. Восстановление потерянной информации является одной из приоритетных задач разработчиков кодеков для коммуникаций реального времени в Интернет. Кодек OPUS использует стандартизованную методику FEC

(Forward Error correction), применяемую для исправления сбоев и ошибок при передаче данных, путём передачи избыточной служебной информации, на основе которой может быть восстановлена первоначальное содержание посылки.

Производительность на различных архитектурах

Еще одним важным требованием к кодекам является обеспечение высокой производительности при работе на устройствах с процессорами различных архитектур, в том числе мобильных. Это требование обусловлено необходимостью разработки приложений для различных платформ. Кодек OPUS может похвастаться высокими показателями производительности даже на мобильных устройствах с процессорами ARM. Учитывая такие особенности, как многоступенчатая обработка сигнала, высокая производительность на мобильных устройствах достойна восхищения. Это особенно актуально в свете ухода абонентской базы многих операторов связи на мобильные устройства.

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

3 РАСЧЕТ НАГРУЗОК И КОЛИЧЕСТВА НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В ЖК планируется такие крупные объекты как; школы, больница, детсад, торгово-развлекательный центр, ресторан, кафе. Для них будет сдаваться волоконную линия в аренду для дальнейшей самостоятельной организации сети. В расчетах учитывается скорость доступа и количество пользователей в ЧНН, благодаря расчету ПП по специальной методике.

В таблице приведены основные параметры.

Таблица 3.1 – Параметры проектируемой сети

Параметр	Обозначение	Значение
1	2	3
1. Количество сетевых узлов для подключения абонентов TriplyPlay	FN	75
2. Число абонентов сети:	NS	2975
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;	DAAF	80%
- одновременно принимающих или передающих данные;	DPAF	70%
- одновременно пользующихся услугами TV IP	IPVS AF	60%

Окончание таблицы 3.1

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
7. Услуга TV IP:		
- проникновение услуги;	IPVS MP	55%
- 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	60
- скорость видеопотока;	VSB	6 Мбит/с
- запас на вариацию битовой скорости	SVBR	0,2

Для крупных юридических лиц и объектов было принято сдавать волоконную линию в аренду для дальнейшей самостоятельной организации сети.

3.1 Расчет трафика телефонии

30% - предполагаемый уровень спроса на услугу IP- телефония, предположим, что клиенты распределены по коммутаторам равномерно:

$$N_{sip} = [48 * 0,3] = 16, \text{ абонентов} \quad (3.1)$$

Канал для передачи голосовых данных определяется исходя из используемого кодека

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

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

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

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

Кодек G.729A. – стандартное решение при осуществлении IP телефонии для мультисервисной сети

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

$$ППр_1 = V_{\text{пакета}} \cdot 8 \text{ бит} / \text{байт} \cdot 50_{\text{pps}}, \text{ Кбит} / \text{с}, \quad (3.3)$$

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

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

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

$$ППр_{WAN} = ППр_1 \cdot N_{SIP} \cdot VAD, \text{ Мбит} / \text{с}, \quad (3.4)$$

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

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

VAD (VoiceActivityDetection) – коэффициент механизма идентификации пауз (0,7).

$$ППр_{WAN} = 31,2 \cdot 16 \cdot 0,7 = 350 \text{ кбит} / \text{с}.$$

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Кодек OPUS определяет уровень сжатия потока аудиоданных до 6 кбит/с, время звучания 20 мс.

$$Y_{\text{полезн}} = \frac{20 \cdot 6}{8} = 15 \text{ байт.}$$

Длину пакета определим по формуле (3.4):

$$V_{\text{пакета}} = L_{\text{EthL1}} + L_{\text{EthL2}} + L_{\text{IP}} + L_{\text{UDP}} + L_{\text{RTP}} + Y_{\text{полезн}}, \text{ байт,} \quad (3.5)$$

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

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

$$V_{\text{пакета}} = 15 + 18 + 20 + 8 + 12 = 73, \text{ байт.}$$

Используя кодек OPUS можно осуществлять передачу до 40 пакетов через шлюз за 1 секунду, в таком случае будем иметь полосу пропускания:

$$\text{ППР}_1 = V_{\text{пакета}} \cdot \frac{8 \text{ бит}}{\text{байт}} \cdot 40_{\text{pps}}, \text{ Кбит/с,} \quad (3.6)$$

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

$$\text{ППР}_1 = 73 \cdot 8 \cdot 40 = 23 \text{ Кбит/с.}$$

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

$$\text{ППР}_{\text{WAN}} = \text{ППР}_1 \cdot N_{\text{SIP}} \cdot \text{VAD}, \text{ Мбит/с,} \quad (3.7)$$

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

где PPP_1 – полоса пропускания для одного вызова, Кбит/с,
 N_{SIP} – количество абонентов с услугой IP-телефонии,
VAD (Voice Activity Detection) – коэффициент механизма
идентификации пауз (0,7).

$$PPP_{WAN} = 23 \cdot 16 \cdot 0,7 = 257,6 \text{ кбит/с.}$$

По моему мнению данный кодек может снизить затраты на полосу пропускания, если взять популярный кодек G. 729А ПП составит примерно 350кбит.с. Кодек opus бесплатен, а это значит что не нужно выплачивать роялти

3.2 Расчет трафика IP-TV

Для расчета требуемой полосы пропускания для предоставления услуги IP-TV воспользуемся данными из таблицы 3.2. Определим количество абонентов, пользующихся услугой на одном сетевом узле одновременно:

$$IPVS \text{ Users} = AVS * IPVS \text{ MP} * IPVS \text{ AF} * IPVS \text{ SH}, \text{ аб} \quad (3.8)$$

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

IPVSMР – коэффициент проникновения услуги IPTV,

IPVSAF – процент абонентов, пользующихся услугами IP TV одновременно в ЧНН,

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

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

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Если абонент принимает на своем оборудовании одновременно несколько видеопотоков, то его можно рассматривать как несколько абонентов.

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

$$IPVS\ US = IPVS\ Users * IPVS\ UU * UUS, \text{ потоков} \quad (3.9)$$

где $IPVSUU$ – коэффициент проникновения услуги индивидуального видео,

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

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

Каждый multicastпоток принимается одновременно несколькими абонентами, следовательно, количество потоков равно:

$$IPVS\ MS = IPVS\ Users * IPVS\ MU, \text{ потоков} \quad (3.10)$$

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

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

Количество доступных multicastпотоков зависит от количества предоставляемых программ. В IPTV внутри некоторого сегмента сети одновременно транслируются не все потоки.

Максимальное количество видеопотоков среди доступных и используемых абонентами по multicastвещанию:

$$IPVS\ MSM = IPVS\ MA * IPVS\ MUM_{\text{видеопотоков}} \quad (3.11)$$

где $IPVSMA$ – количество доступных групповых видеопотоков,
 $IPVSMUM$ – процент максимального использования видеопотоков.

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

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

$$IPVSB = VSB * (1 + SVBR) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с} \quad (3.12)$$

где VSB – скорость трансляции потока в формате MPEG-2, Мбит/с,
 $SVBR$ – запас на вариацию битовой скорости,
 OHD - отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во входящем потоке

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

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

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

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

$$IPVS\ UNB = IPVS\ US * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (3.14)$$

где $IPVSMS$ – количество транслируемых потоков в режиме multicast,
 $IPVSUS$ – количество транслируемых потоков в режиме unicast,
 $IPVSB$ – скорость передачи одного видеопотока.

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

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

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

$$IPVS\ MNB_{\max} = IPVS\ MSM * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (3.15)$$

где $IPVSMSM$ – число используемых видеопотоков среди доступных,
 $IPVSB$ – скорость передачи одного видеопотока.

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

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

$$AB = IPVS\ MNB + IPVS\ UNB, \text{ Мбит/с} \quad (3.16)$$

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

$IPVSUNB$ – пропускная способность для передачи индивидуального видеопотока.

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

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

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

Трафик, создаваемый при передаче различного рода данных имеет одну отличительную черту - неравномерная интенсивность. ВЧНН количество активных абонентов может различным, поэтому при подсчете используется краткий (5 минут) временной интервал внутри ЧНН. Максимальное число активных абонентов за этот промежуток времени вычисляется параметром DataAverageActivityFactor (DAAF):

$$AS = TS * DAAF, \text{ аб} \quad (3.17)$$

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

DAAF – процент абонентов, находящихся в сети в ЧНН.

$$AS = 48 * 0.8 = 39, \text{ аб}$$

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

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

$$BDDA = (AS * ADBS) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с} \quad (3.18)$$

где AS - количество активных абонентов, аб,

ADBS – средняя скорость приема данных, Мбит/с,

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

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

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

Средняя пропускная способность для передачи данных

$$BUDA = (AS * AUBS) * (1 + OHU), \text{ Мбит/с} \quad (3.19)$$

где AS - количество активных абонентов, аб,

AUBS – средняя скорость передачи данных, Мбит/с

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

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

Максимальная пропускная способность сети, т.е. при которой абонент может передавать и принимать данные на максимальной скорости в ЧНН может быть определена с помощью коэффициента DataPeakActivityFactor (DPAF):

$$PS = AS * DPAF, \text{ аб} \quad (3.20)$$

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

$$PS = 39 * 0.7 = 28$$

Максимальная пропускная способность определяется за достаточно короткий промежуток времени (1 секунда). Она описывает ситуацию, когда прием и передача данных по сети происходят одновременно несколькими

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

пользователями. Пиковая пропускная способность, требуемая для приема данных в час наибольшей нагрузки

$$BDDP = (PS * PDBS) * (1 + OHD), \text{Мбит/с} \quad (3.21)$$

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

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

Пиковая пропускная способность для передачи данных в ЧНН

$$BUDP = (PS * PUBS) * (1 + OHU), \text{Мбит/с} \quad (3.22)$$

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

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

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

$$BDD = \text{Max}[BDDA; BDDP], \text{Мбит/с} \quad (3.23)$$

$$BDU = \text{Max}[BUDA; BUDP], \text{Мбит/с} \quad (3.24)$$

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

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

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

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

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

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

$$BD = BDD + BDU, \text{ Мбит/с} \quad (3.25)$$

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

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

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

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

$$ПП_{\text{узла}} = ПП_{\text{pWAN}} + AB + BD \quad (3.26)$$

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

AB – пропускная способность для видеопотоков, Мбит/с,

BD – пропускная способность для трафика данных, Мбит/с.

$$ПП_{\text{узла}} = 0,27 + 174 + 4046 = 4220,27 \text{ Мбит/с.}$$

Требуемая максимальная $ПП_{\text{узла}}$ в ЧНН

$$ПП_{\text{узла}} = 4220,27 * 0,7 = 2954,189 \text{ Мбит/с.}$$

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что для организации такой пропускной способности необходимо использовать на уровне агрегации оборудование 10 GbEthernet, а на уровне ядра должно быть оборудование с высокой коммутирующей способностью.

Результаты расчетов показали, что потребуется uplink в сторону агрегатора порядка 3 Гбит/с. Такой канал можно организовать за счет трех одиночных каналов 1Гбит/с.

Вариант с использованием нескольких uplink каналов является более рациональным, потому что современные коммутаторы с 10 Гбит/с портами uplink портом стоят достаточно дорого.

С учетом этого рассчитаем количество узлов агрегации. Зная, что с одного узла доступа будет занимать три порта по 1 Гбит/с, количество агрегаторов составит:

$$N_{agr} = [(50 * 4) + (25 * 2) / 24] = [23,375] = 11 \quad (3.27)$$

4 ВЫБОР ПРОИЗВОДИТЕЛЯ КОММУТИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕТИ

Мы попытаемся сравнить цены. Все цифры найдены в свободном доступе в Интернете и могут быть неверными.

Huawei. При необходимости заменить Cisco это первое что приходит в голову. Это гигантская компания, которая производит почти все в сфере телекоммуникаций. Коммутаторы, роутеры, межсетевые экраны, сервера, СХД, wifi точки доступа, оборудование для сотовой связи, есть своя система виртуализации... Список можно продолжать очень долго (ну и конечно же смартфоны). Компания очень динамично развивается. Однако, ознакомившись с их модельным рядом, я обнаружил что у них нет гигабитных коммутаторов второго уровня. С гигабитными портами есть только модели L3. В качестве аналога я выбрал следующую модель: S2750-28TP-EI-AC

Производство: КНР, Шэньчжэнь

Скорость портов: 100 Мбит/с

Кол-во Uplink (SFP): 4 шт

Сертификат соответствия в области связи

Ориентировочная цена: 500\$

К сожалению не удалось найти информацию о коммутационной матрице.

ZTE. Так же очень крупная компания с большим спектром оборудования (коммутаторы, роутеры, схд, wifi и т.д.). Лично не работал с этим вендором, но по информации из Интернета это практически тот же Huawei, только немного дешевле. У ZTE так же отсутствуют L2 свичи с гигабитными портами. В качестве аналога подобрал ZXR10 2928E-AC

Производство: КНР, Шэньчжэнь

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Скорость портов: 100 Мбит/с

Кол-во Uplink (SFP): 4 шт

Ориентировочная цена: 250-300\$

D-Link. Данную компанию никому представлять не нужно. Является чуть ли не стандартом для Интернет провайдеров. Очень большая линейка коммутаторов, подобрать можно практически под любые задачи. В сознании большинства админов почему-то закрепились не очень хорошая репутация у этого оборудования. Однако по своему опыту могу сказать, что коммутаторы хорошего качества и проблем с ними практически не возникает. Я считаю что у них идеальное соотношение цена-качество. В качестве аналога подобрал DGS-1210-28.

Производство: Китайская Республика, Тайбэй

Скорость портов: 1 Гбит/с

Кол-во Uplink (SFP): 4 шт

Коммутационная матрица: 56 Гбит/с

Ориентировочная цена: 250-280\$

Декларация соответствия в области связи

Zухel. Это последний вендор из поднебесной, которого мы рассмотрим в рамках этой статьи. Основными направлениями деятельности компании являются ADSL, Ethernet, VoIP, Wi-Fi, WiMAX и другие технологии. Так же имел опыт работы с этим оборудованием. Каких-то глобальных претензий не было. В качестве аналога рассматриваю GS2210-24.

Производство: Китайская Республика, Синьчжу

Скорость портов: 1 Гбит/с

Кол-во Uplink (SFP): 4 шт

Коммутационная матрица: 56 Гбит/с

Ориентировочная цена: 380\$

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Декларация соответствия в области связи

Теперь рассмотрим отечественного производителя.

Zelax — ведущий российский разработчик и производитель решений для сетей передачи данных. Компания выпускает системы оптического уплотнения, маршрутизаторы, коммутаторы, мультиплексоры, модемы, шлюзы TDM через IP, конвертеры, устройства защиты и другое связанное оборудование. В качестве аналога можно рассмотреть ZES-2028GS.

Производство: Россия

Скорость портов: 1 Гбит/с

Кол-во Uplink (SFP): 4 шт

Коммутационная матрица: 56 Гбит/с

Ориентировочная цена: к сожалению найти цену найти не удалось.

Декларация соответствия в области связи

Nateks — разрабатывает и производит широкий спектр телекоммуникационного оборудования. Продуктовая линейка включает оборудование сетей доступа (мультиплексоры, коммутаторы), зонных и местных сетей связи (SHDSL, SDH, радиорелейные системы, wimax), ведомственных и технологических сетей, оборудование GPON. Опыт работы с коммутаторами данной компании не имею. Предполагаемый аналог — NX-3424GW

Производство: Россия

Скорость портов: 1 Гбит/с

Кол-во Uplink (SFP): 4 шт

Коммутационная матрица: 64 Гбит/с

Ориентировочная цена: 800-900\$

Сертификат соответствия в области связи

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

QTech — российская компания, специализирующаяся на разработке и производстве оборудования доступа операторского класса на базе различных технологий: xDSL, MetroEthernet, PON, Wi-Fi; оборудования для обеспечения беспроводного доступа 3G, построения цифровых линий связи на базе технологий PDH/SDH, а также беспроводных цифровых линий на базе РРЛ. Так же не могу прокомментировать это оборудование. В качестве аналога предлагается QSW-3300-28T-AC.

Производство: Россия

Скорость портов: 1 Гбит/с

Кол-во Uplink (SFP): 4 шт

Коммутационная матрица: 56 Гбит/с

Ориентировочная цена: 28000 руб (350\$)

Сертификат соответствия в области связи

РКСС — Российская корпорация средств связи. Направления деятельности:

Сетевые технологии, в том числе для критической инфраструктуры;

Средства защиты информации;

Комплексные автоматизированные системы безопасности;

Ситуационно-аналитические центры (САЦ).

Активно продвигается в гос. сектор, нефтяную и газовую промышленность. В качестве аналога — RSOS6450.

Производство: Россия

Скорость портов: 1 Гбит/с

Кол-во Uplink (SFP): 2-4 шт

Коммутационная матрица: Нет информации

Ориентировочная цена: Нет информации

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Сертификат соответствия в области связи

Русьтелетех — разработчик и производитель доверенного телекоммуникационного оборудования. Ничего не могу сказать о качестве этого оборудования. В качестве аналога предлагается RTT-A220-24T-4G.

Производство: Россия

Скорость портов: 1 Гбит/с

Кол-во Uplink (SFP): 4 шт

Коммутационная матрица: 56 Гбит/с

Ориентировочная цена: От 1100\$

Сертификат соответствия в области связи

Сертификат ФСТЭК: 3 уровень РД НДС и ТУ

Eltex — один из ведущих российских разработчиков и производителей телекоммуникационного оборудования. Основные направления разработки – оборудование GPON, Ethernet-коммутаторы, VoIP-шлюзы, MSAN, Softswitch & IMS, медиacentры, тонкие клиенты и др. В качестве аналога — MES2124MB

Производство: Россия

Скорость портов: 1 Гбит/с

Кол-во Uplink (SFP): 4 шт

Коммутационная матрица: 56 Гбит/с

Ориентировочная цена: 26000 руб (325\$)

Декларация соответствия в области связи

SNR. В конце 2015 года в семействе коммутаторов SNR появилась новая линейка коммутаторов уровня доступа - SNR-S2965. Познакомимся с ней поподробнее.

В серию SNR-S2965 входят 3 модели:

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

SNR-S2965-8T: 6 портов 10/100BaseTX, 2 порта 10/100/1000BaseT и 2 порта 100/1000BaseX SFP

SNR-S2965-24T: 20 портов 10/100BaseTX, 4 порта 10/100/1000BaseT и 4 порта 100/1000BaseX SFP

SNR-S2965-48T: 44 порта 10/100BaseTX, 4 порта 10/100/1000BaseT и 4 порта 100/1000BaseX SFP

Из характеристик видно, что новые модели оснащены большим количеством GigabitEthernet портов, чем обычные FastEthernet-коммутаторы доступа. Например, SNR-S2965-24T имеет 20xFE и 8xGE портов. Дополнительные гигабитные порты дают возможность предоставлять премиальные тарифы с более высоким ARPU и, таким образом, серия S2965 является промежуточным решением между традиционным FE-доступом и набирающими популярность гигабитными коммутаторами.

В комплекте с коммутатором идет стандартный набор: шнур питания с Г-образным разъемом, консольный кабель, кабель заземления, крепёжные скобы в 19-дюймовую стойку, резиновые ножки-наклейки и разъём для подключения RPS-питания (для модели SNR-S2965-24T).

У 8 и 24-х портовых моделей все разъёмы вынесены на переднюю панель коммутатора, что упрощает монтаж и обслуживание оборудования. У модели, оснащённой 48 портами разъём питания расположен сзади.

Коммутатор SNR-S2965-24T оснащён RPS-портом с мониторингом внешнего питания. Наличие порта позволяет обеспечить время автономной работы коммутатора до 8-20 часов. Подробнее особенности RPS-порта мы рассмотрим ниже.

Стоит обратить внимание на то, что версия с RPS доступна только для 24-портовой модели. Вместе с этим, в количестве индикаторов пополнение, помимо диодов питания, самодиагностики и состояния портов, в версии с RPS появился индикатор состояния резервного питания. Индикатор RPS светится в единственном случае, если коммутатор работает от источника

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

питания 12V. В других случаях индикация отсутствует. Это весьма удобно для визуального определения состояния, например при проведении каких-либо работ на узле. От аккумулятора емкостью 12 А\ч коммутатор SNR-S2965-24T-RPS может проработать более 14 часов. Теперь внимательнее рассмотрим технические возможности новой линейки.

Увеличение количества GE-портов соответственно повысило производительность коммутаторов. Как и остальные, вся линейка SNR S2965 может работать на полной скорости портов без пере подписки.

8- и 24-портовые модели имеют пассивную систему охлаждения. В 48-портовом коммутаторе для сохранения требуемого температурного режима, к сожалению, без вентилятора не обойтись, однако уровень шума от него незначителен и не будет никому мешать.

В серии коммутаторов SNR-S2965 обеспечиваются различные способы управления устройствами: удобный и простой web-интерфейс, который позволит произвести быструю первоначальную настройку, классический cisco-like CLI с синтаксисом полностью совместимым с другими коммутаторами SNR, протокол SNMP, с помощью которого возможно автоматизировать многие процессы управления и наладить эффективную систему мониторинга сети.

В некоторых случаях первичную настройку коммутатора удобно производить из web-интерфейса. Например, настроить IP-адрес для управления или проверить состояние портов.

Для инженеров и администраторов ближе интерфейс управления командной строки, он же CLI. Приведу несколько полезных примеров настройки типовых функций, доступных для коммутаторов серии SNR-S2965 с помощью CLI.

Как правило, настройку сетевого устройства начинают с назначения ему IP-адреса для удалённого управления. По умолчанию, на коммутаторах серии SNR-2965 существует VLAN 1 и соответствующий L3-интерфейс с назначенным адресом 192.168.1.1/24, все интерфейсы настроены в режиме

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

access для VLAN 1. Это позволяет подключиться к коммутатору через сетевые интерфейсы "из коробки".

Если подвести итог, то можно сделать вывод, что на текущий момент на рынке есть огромное количество вариантов, которые можно рассмотреть в качестве альтернативы. Данный вывод касается только коммутаторов уровня доступа с довольно ограниченным перечнем ключевых характеристик, которых достаточно для среднестатистической задачи при организации сети.

Так же стоит отметить, что сейчас компания Cisco активно перетягивает часть производства некоторого оборудования в Россию. Будут ли попадать коммутаторы Cisco, произведенные в России, под программу импортозамещения пока не ясно.

Обратившись к форуму nag.ru - одному из старейших в Рунете информационно-аналитических порталов об интернет-провайдинге. Было принято решение использовать оборудование производства компании SNR.

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

5 ПРОЕКТ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА «ОЗЕРКИ»

5.1 Выбор оборудования для проектируемой мультисервисной сети связи ЖК «Озерки»

Ядро. Коммутатор SNR-S4550-24XQ имеет 24 порта 1/10G SFP+ и 2 порта 40G QSFP+. Он обладает широким L2-функционалом, а также работает на уровне L3, в том числе с поддержкой MPLS. SNR-S4550-24XQ может применяться на уровне ядра и агрегации, операторов связи и корпоративных клиентов, а также в качестве TOR-коммутатора в дата-центрах.

SNR-S4550-24XQ предлагается по цене от 4490\$, что совсем недорого за такое количество 10G-портов и поддерживаемый функционал.

На передней панели коммутатора расположены 24 порта 1/10G SFP+, 2 порта 40G QSFP+, консольный порт, выделенный порт для управления, а также USB-разъем.

Сзади расположены два hot-swap блока питания, резервируемых по схеме 1+1 и 5 модульных вентиляторов, резервируемых в схеме 4+1. Два AC блока питания входят в комплектацию коммутатора. Коммутатор комплектуется всем необходимым, чтобы установить его в стойку и начать работу.

Сперва стоит отметить низкую задержку коммутации пакетов - не более 1,21 uSec при загрузке коммутатора на 100%. Тесты таблицы MAC-адресов на коллизии показали, что практически до 100% заполнения FDB, коллизий “маков” нет.

SNR-S4550 имеет по 8 очередей на порт и поддерживает механизмы обработки очередей SPQ, WRR, WDRR, а также WRED (Weighted Random Early Detection). Каждую очередь на порту можно ограничить по занимаемой

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

полосе. Коммутатор поддерживает ремаркинг меток COS и DSCP, полисининг и шейпинг пакетов на основании ACL.

Для работы в кольцевых топологиях, коммутатор поддерживает как традиционные протоколы Spanning Tree (MSTP 802.1s, RSTP 802.1w, STP 802.1D), так и более современные протоколы MRPP, EAPS, ERPP, имеющие время сходимости менее 100 ms.

SNR-S4550 поддерживает 4 mirror-сессии. Зеркалируемые пакеты можно фильтровать при помощи acl (на основании L2, L3, L4 заголовков пакетов).

Командой "hardware profile module 1 4x10G" можно превратить 40G интерфейс в 4 порта по 10G, получив таким образом до 32 10G-портов на коммутаторе. Для этого в 40G порт необходимо установить модуль типа SNR-QSFP-40G-4xSFP+DAC-3 или SNR-QSFP-40G-4xSFP+SR-5.

SNR-S4550 поддерживает трансляцию тега vlan на порту.

На остальном L2-функционале, таком как strom-control, igmp snooping, MVR, dhcp snooping и.т.п. я подробно останавливаться не буду, он работает аналогично другим моделям коммутаторов SNR.

Агрегация. Коммутаторы серии SNR-S2990 это интеллектуальные стекируемые GigabitEthernet коммутаторы уровня 2+, предназначенные для использования на уровнях доступа/агрегации в корпоративных сетях и в сетях операторов связи.

Современная программная архитектура и аппаратный дизайн обеспечивают простоту эксплуатации и отказоустойчивую работу оборудования.

Основные особенности:

- 24 или 48 портов Gigabit Ethernet с line-rate производительностью
- 1G SFP или 10G SFP+ Uplink порты
- Поддержка Power over Ethernet Plus (POE+) с бюджетом POE до 740W
- Поддержка протоколов резервирования с быстрой сходимостью (до 50 мс)

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

- Комплексный функционал безопасности
 - Мощный функционал по управлению качеством обслуживания (QoS)
 - IPv4/IPv6 маршрутизация: статические маршруты, RIP, OSPF
 - Поддержка протокола sFlow для мониторинга сети
 - Стекирование по протоколу VSF через встроенные 1G/10G порты
- Коммутаторы серии SNR-S2990 обеспечивают подключение рабочих мест на скоростях 10/100/1000 GigabitEthernet и магистралей на скоростях до 10G, что позволяет реализовать высокоскоростные сервисы в локальных сетях предприятий и сохраняет инвестиции в оборудование.

Все модели серии имеют неблокируемую матрицу коммутации, позволяющую работать всем портам коммутатора одновременно на полной скорости, гарантируя высокую производительность и минимальные задержки на сети.

Коммутаторы обладают аппаратной высокопроизводительной IP-маршрутизацией с поддержкой до 512 L3 интерфейсов, статической и динамической маршрутизацией (RIP, OSPF).

Коммутаторы линейки SNR-S2990 поддерживает технологию Virtual Switch Framework (VSF) для стекирования через встроенные 1G или 10G порты с использованием стандартных SFP/SFP+ передатчиков.

Стекирование позволяет объединить несколько физических устройств в одно логическое, и за счет этого уменьшить расходы на обслуживание и повысить отказоустойчивость сети.

Коммутаторы SNR-S2990 поддерживают стандарты POE 802.3af и POE+ 802.3at с интеллектуальным управлением мощностью. Технология POE уменьшает стоимость владения и упрощает обслуживание сети, позволяя питать WiFi точки, IP/Видео телефоны, тонкие клиенты напрямую от коммутатора.

Доступ. Коммутаторы серии SNR-S2985 это интеллектуальные GigabitEthernet коммутаторы уровня 2, предназначенные для использования на уровне доступа в корпоративных сетях и в сетях операторов связи.

Гигабитные порты на доступе обеспечивают сохранность инвестиций в оборудование и позволяют предоставлять высокоскоростные сервисы в сети.

Firewall. Межсетевой экран ZyWALL 1100 предназначен для решения широкого спектра задач по организации географически распределенных корпоративных сетей любой сложности и эффективной комплексной защиты сетевой инфраструктуры от угроз из Интернета. Отвечая тенденциям к глобализации и мобильности бизнес-процессов, ZyWALL 1100 имеет богатый арсенал функций для создания высокоскоростных защищенных каналов VPN для связи с удаленными подразделениями, партнерами и выездными сотрудниками. С технологиям VPN реализованными в ZyWALL 1100, таким как IPSec, L2TP/IPSec и SSL, предприятия могут объединять свои многочисленные географически распределенные подразделения в единую информационную инфраструктуру, а так же создавать рабочие места для удаленных сотрудников. Бесперебойная связь с удаленными объектами обеспечивается резервированием туннелей VPN через множественные широкополосные каналы Интернета подключаемые к внешним интерфейсам устройства.

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Встроенные в ZyWALL 1100 сервисы сетевой безопасности UTM, такие как потоковый антивирус, система обнаружения и предотвращение вторжений, контентная фильтрация, защита от спама, патруль приложений и инспектирование трафика SSL, способны обеспечить высокий уровень сетевой безопасности, защищая всю сетевую инфраструктуру от угроз из Интернета, оптимизируя ее работу и повышая продуктивность работы предприятия.

ZyWALL 1100 сочетает в себе новейшую аппаратную платформу, основанную на высокопроизводительном шестиядерном процессоре Cavium Osteon II и проверенную временем операционную систему ZLD, надежность и функциональность которой подтверждена многолетней успешной эксплуатацией межсетевых экранов ZyWALL различными компаниями во многих странах мира. Благодаря этому ZyWALL 1100 демонстрирует одни из самых высоких показателей пропускной способности SPI Firewall и VPN в отрасли.

Наряду с высокой скоростью передачи данных по каналам VPN, межсетевой экран ZyWALL 1100 располагает эффективными средствами приоритизации трафика и распределения полосы пропускания и тем самым отвечает потребностям бизнеса в использовании современных бизнес-приложений, чувствительных к задержкам и потерям передаваемых данных. С использованием ZyWALL 1100, IP-телефония, видеоконференции, а так же совместный централизованный доступ к документам и базам данных становятся доступными сотрудникам многочисленных удаленных подразделений.

При всех своих широких функциональных возможностях, межсетевые экраны серии ZyWALL являются компактными, простыми и надежными в эксплуатации устройствами с привлекательным соотношением цены и качества, внедрение и эксплуатация которых не требует существенных финансовых и трудовых затрат.

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

IP- АТС. Цифровой шлюз AsteriskNOW сопряжения сигнализаций и медиа-потоків ТфОП (Е1) и VoIP сетей, а также для работы в качестве IP-АТС. Устройство обеспечивает высокое качество голосовых услуг, надежность операторского класса и большую производительность. AsteriskNOW осуществляет стык между сетями TDM и IP, регистрацию абонентских шлюзов IP-телефонии и SIP-телефонов, маршрутизацию вызовов, сбор биллинговой информации, функции COPM, а также функции медиа-шлюза (конвертация кодеков, организация конференц-связи, прием и генерация сигналов DTMF, выдача голосовых сообщений). AsteriskNOW является оптимальным решением для задач обновления, построения и миграции телекоммуникационной инфраструктуры в сети нового поколения.

В AsteriskNOW использована модульная архитектура, которая позволяет осуществлять постепенные инвестиции при увеличении абонентской емкости. Устройство поддерживает от 4 до 16 потоков E1 (сигнализации OKC7 и ISDN PRI), от 128 до 960 каналов VoIP.

COPM

Опционально поддерживаются функции системы оперативно-розыскных мероприятий (COPM) в полном соответствии с государственными стандартами. Подключение к оборудованию силовых структур осуществляется по интерфейсу E1.

Высокое качество голосовых услуг

Встроенная IP-АТС (опционально) разработана на базе функционального языка программирования Erlang, предназначенного для создания надежных высоконагруженных систем. IP-АТС позволяет зарегистрировать до 2000 SIP-абонентов. Для обеспечения качественных голосовых услуг применяются механизмы QoS, настраиваются параметры джиттер-буфера и поддерживаются все основные кодеки IP- телефонии.

Данное устройство представляет собой обновленную версию цифрового шлюза AsteriskNOW. Основные дополнения в новой модели: наличие двух сменных модулей электропитания с возможностью горячей

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

замены, два интерфейса e-SATA и порт USB для подключения внешних накопителей.

Голосовые кодеки:- OPUS, G.711 (a-law, μ -law)- G.729 (A/B)- G.723.1- G.726 - 32 Кбит/с Поддержка факсов:- T.38 Real-Time Fax- G.711 (a-law, μ -law) pass-through_Голосовые стандарты:- VAD (подавление пауз)- АЕС (эхо компенсация, рекомендация G.168)- CNG (генерация комфортного шума) Качество обслуживания (QoS):- Динамический и статический джиттер-буфер- ToS для сигнализации и RTP DTMF:- Передача методами INBAND, RFC 2833, SIP INFO RADIUS-сервер:-

- Резервирование сигнального канала ОКС7- Контроль активности разговорного соединения (по наличию RTP или RTCP)

Биллинг. Сервер корпоративного класса HPE ProLiant DL120 Gen9 выполнен в плотном форм-факторе 1U с одним процессорным разъемом. Сервер DL120 Gen9 сочетает в себе производительность, возможности резервирования и расширения, недоступные для традиционных однопроцессорных серверов. Именно поэтому этот сервер прекрасно подходит для растущих виртуализованных и стандартных рабочих нагрузок в средах крупных компаний и предприятий малого и среднего бизнеса.

Возможности

- Поддержка 14-ядерного процессора Intel® Xeon® E5-2690 v4
- Создайте полнофункциональный сервер с ПО ClearOS, который идеально подойдет для ваших задач и не потребует начальных расходов. Для получения дополнительной информации о ClearOS перейдите по ссылке справа.
- Новые жесткие диски SAS и SATA большого форм-фактора объемом до 10 Тбайт обеспечивают максимальную емкость до 40 Тбайт.
- Теперь сервер DL120 Gen9 поддерживает технологию Docker
- Включена поддержка Windows Server 2016

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

- Возможность сетевого подключения на скорости 25 Гбит/с (дополнительно) и техническая поддержка FlexFabric для модуля 10GBaseT

Сочетание производительности и масштабируемости в компактном форм-факторе

Сервер HPE ProLiant DL120 9-го поколения оснащается процессором Intel® Xeon® E5-2600 v3/v4 или E5-1600 v3/v4, что позволяет обеспечить высокую производительность и эффективность в компактном корпусе 1U.

Технология HPE DDR4 SmartMemory с улучшенной функцией обработки ошибок помогает предотвратить простои и потерю данных. Поддержка максимальной емкости до 256 Гбайт с частотой до 2400 МГц.

Оптимальная производительность, емкость и надежность накопителей HPE SmartDrive делает их выгодным решением для разных задач и рабочих нагрузок. Решение поддерживает накопителя большого форм-фактора и накопителей малого форм-фактора (жесткие диски и твердотельные накопители) со скоростью передачи данных 12 Гбит/с и общей емкостью до 40 Тбайт.

Поддержка переходных плат PCIe 3.0 для увеличения пропускной способности системы ввода-вывода и эффективного масштабирования за счет большего числа сетевых карт.

Экономичное решение с 1 разъемом для рабочих нагрузок корпоративного класса

Благодаря оптимальной и экономичной конструкции высотой 1U с одним сокетом сервер HPE ProLiant DL120 Gen9 позволяет сократить расходы на лицензирование виртуализации для поставщиков услуг, а также малого и среднего бизнеса.

Решение доступно в комплектации с 2 адаптерами 1GbE, (3) слотами PCIe (максимум) и адаптером HPE FlexibleLOM (на выбор). Такая конфигурация позволяет добиться гибкости полосы пропускания и фабрики,

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

быстро реагировать на меняющиеся требования бизнеса и обеспечить возможности для развития компании.

Блоки питания HPE начального уровня с резервированием, сертифицированные по стандарту 80 PLUS Gold, обеспечивают КПД до 92 %, что в сочетании с функциями управления питанием HPE позволяет снизить энергопотребление и расходы.

Соответствие стандартам температуры окружающей среды при поддержке Американского общества инженеров по отоплению, охлаждению и кондиционированию воздуха (ASHRAE) A3[1] позволяет сократить расходы на охлаждение.

IPTV. IP –QAM 3.0 (10K511) – многоканальный IP-QAM преобразователь (Edge-QAM) с высокой степенью интеграции, который является необходимым сетевым элементом для кабельных операторов, которые используют оптические транспортные сети передачи данных. Снижение затрат благодаря удовлетворению всех потребностей при построении цифровых головных станций. Мощная платформа в компактном корпусе 1RU обеспечивает возможность предоставления абонентам услуг цифрового телевидения и видео по требованию (VoD). 10K511 обеспечивает прием транспортных потоков по протоколам UDP/IP (GbE), обрабатывает и формирует до 192 независимых транспортных потоков, которые выдает на 192 модулятора QAM и дальше в кабельную сеть.

Характеристики продукта

- До 24 независимых частот на одном RF выходе в полосе 750 МГц
- До 48 независимых частот на каждой карте QT 242 (два RF выхода)
- Электрический или оптический (SFP) GbE порт с пропускной способностью до 960 Mbit/s
- До 16 портов GbE на одном шасси 1RU, 4 порта GbE на каждой карте QT 242
- Резервирование портов GbE 8 + 8 на одном шасси 1RU
- Резервирование портов GbE 2 +2 на одной карте QT 242

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

- Преобразование входных транспортных потоков SPTS/MPTS, до 512 на каждой карте QT 242
 - Поддержка CBR и VBR
 - Управление и контроль WEB или SNMP (e-Manager)
 - Поддержка удаленного обновления ПО
 - Два независимых блока питания с «горячей заменой»
- Технические характеристики

Вход:

- До 16 портов GbE на одном шасси 1RU, 4 порта GbE на каждой карте QT 242
- Тип интерфейса – 16 x SFP, поддержка протоколов IEEE 802.3z (оптический) или IEEE 802.3ab (электрический)
- Поддержка сетевых протоколов ARP, ICMP, IGMP
- Компенсация IP джиттера – 300 ms
- Выход :
- Тип интерфейса RF – F (male), 75 Ом
- До 192 независимых частоты на на одном шасси 1RU
- До 24 независимых частот на каждом RF выходе
- Диапазон частот - 45 – 1000 МГц
- Поддерживаемые стандарты ITU – T J.83 Annex A, B, C

5.2 Выбор типа линии связи и план размещения оборудования

Построение сети предусматривает прокладку 3000 м оптического кабеля по территории квартала и еще 3000 до ближайшей АТС. Прокладываемый оптический кабель обязан соответствовать всем необходимым требованиям, в частности подходить для прокладки в кабельной канализации или грунте. В качестве основного оптического кабеля выбран ДПЛ-П-08А-2,7кН

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

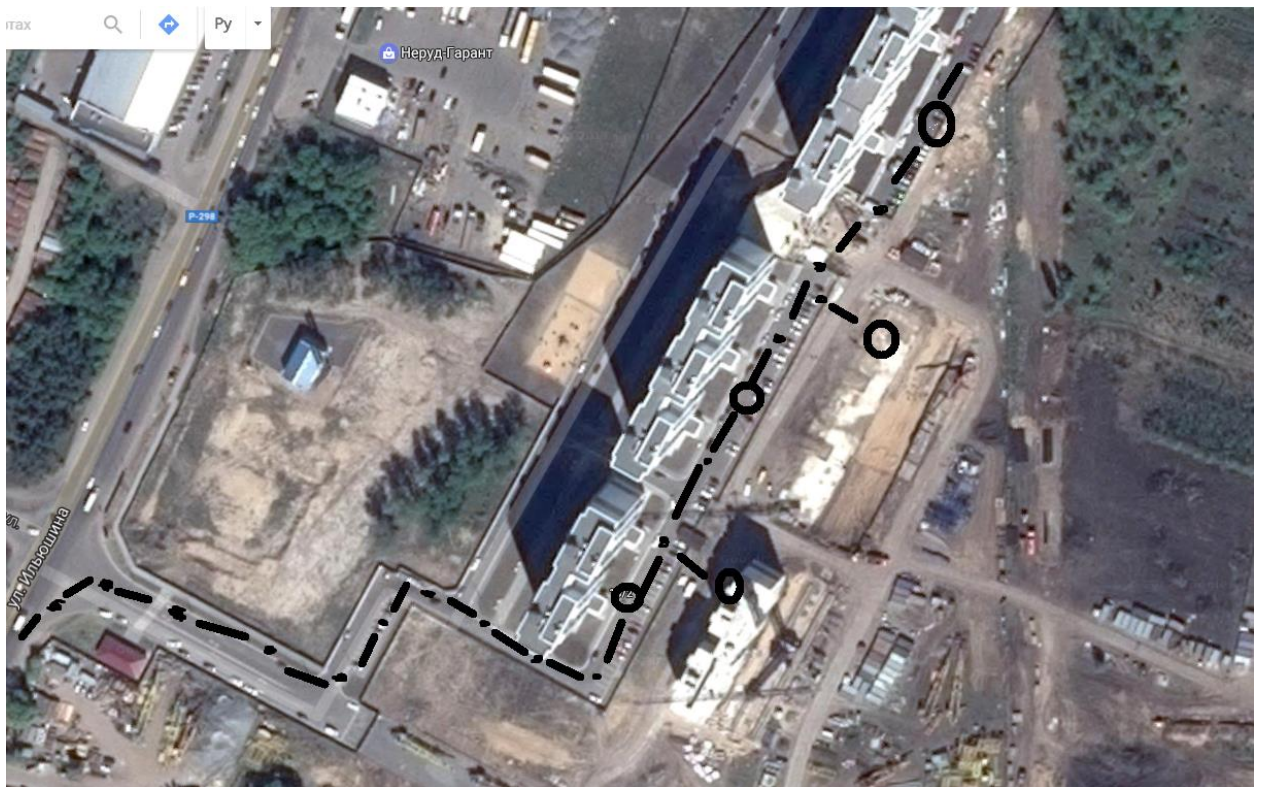


Рисунок 5.1 – Схема прокладки кабеля

На рисунке 5.3 приведен план размещения оборудования в доме на примере большого трехэтажного дома, состоящего из трех секций.

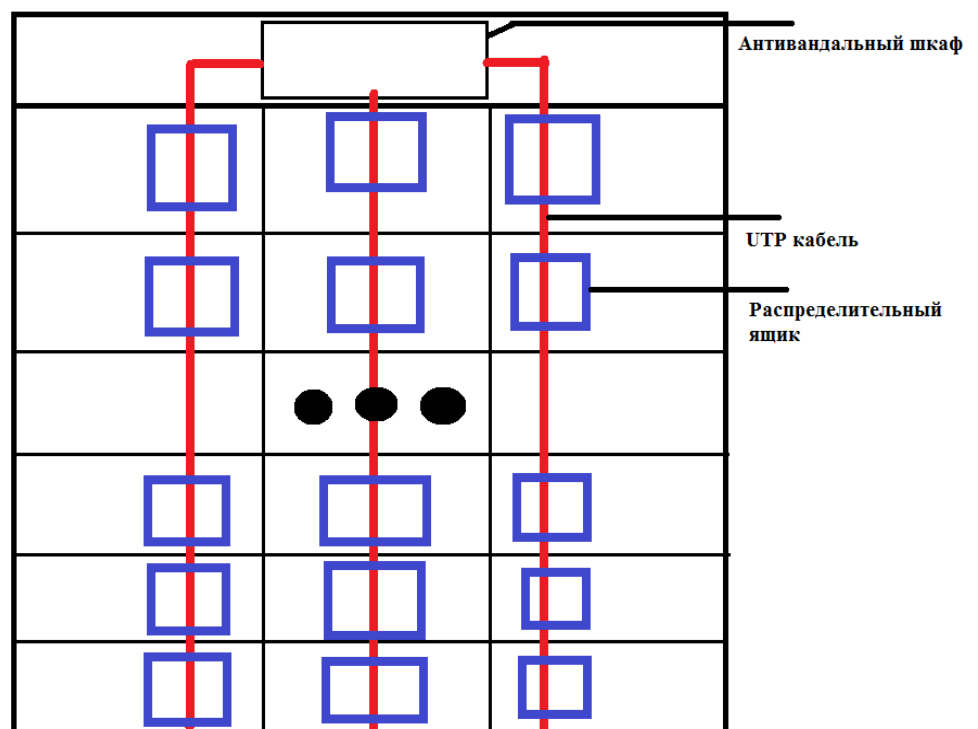


Рисунок 5.2 – План размещения оборудования в доме

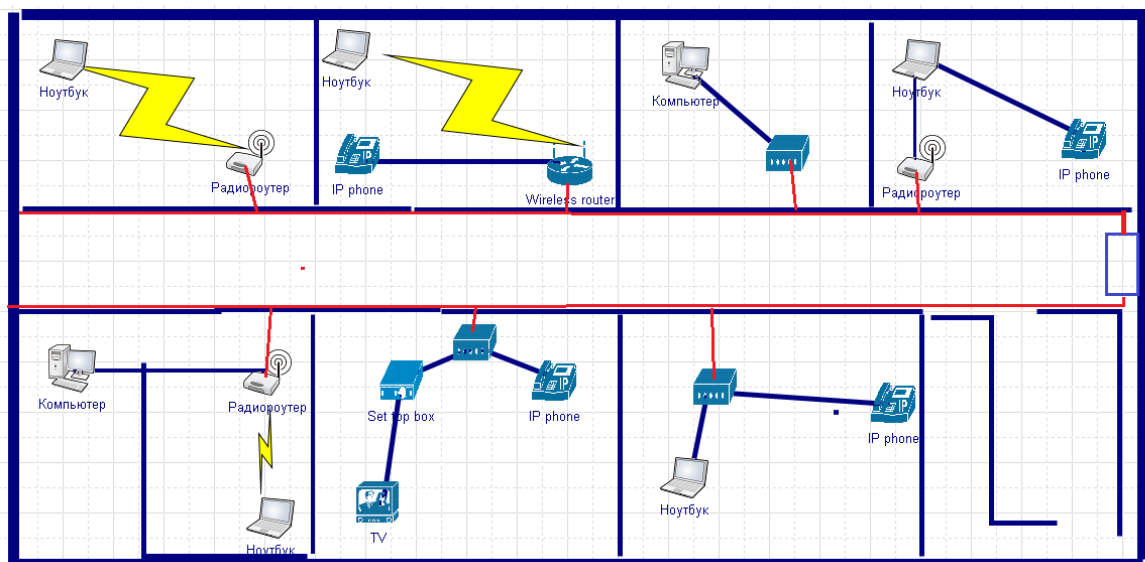


Рисунок 5.3 – План размещения оборудования в доме

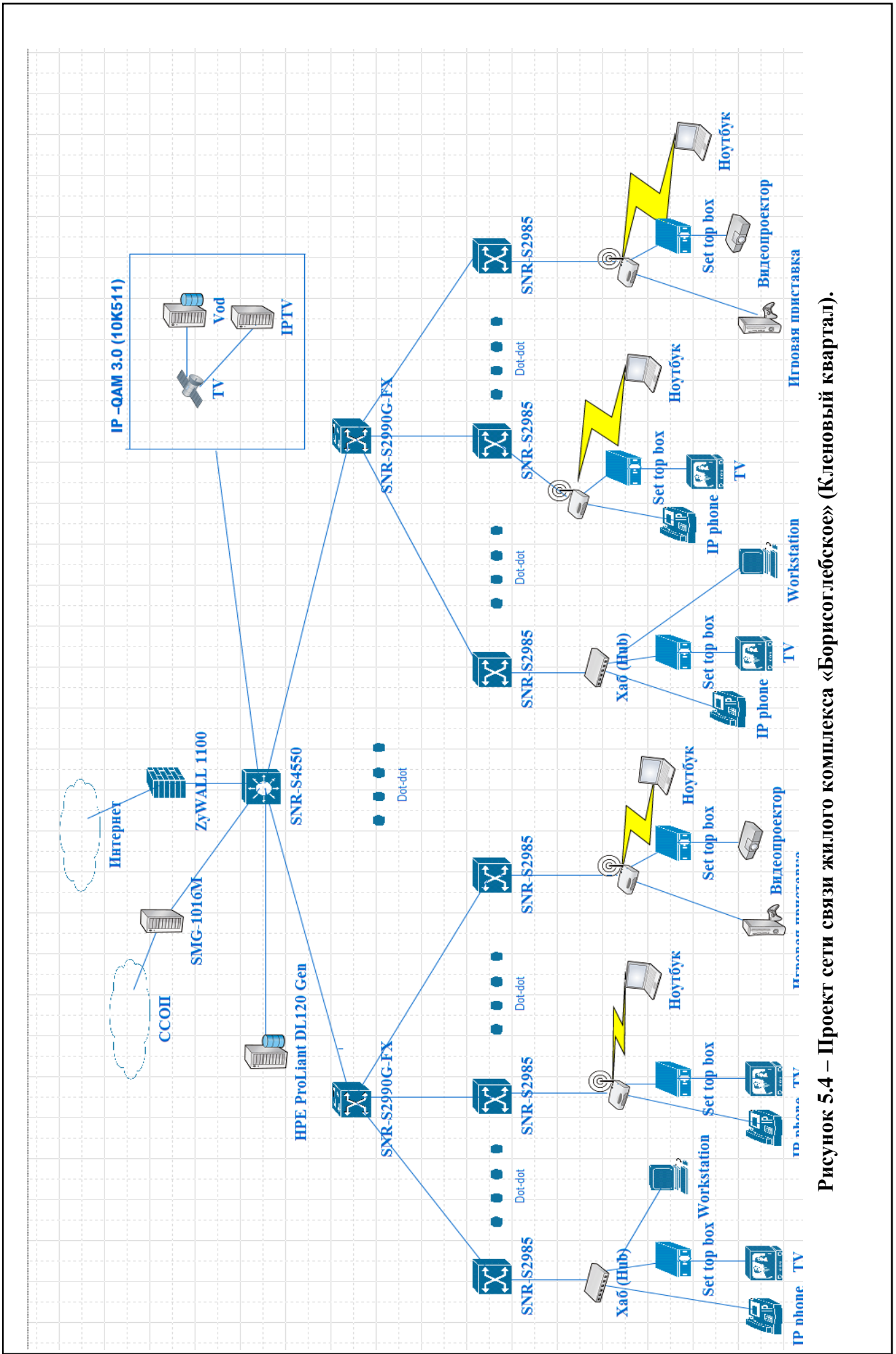


Рисунок 5.4 – Проект сети связи жилого комплекса «Борисоглебское» (Кленовый квартал).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.502.ПЗВКР

6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

6.1 Расчет капитальных вложений на оборудование и строительномонтажные работы

В расчет капитальных вложений включено все необходимое оборудование, комплектующие для его монтажа и установки, специализированное программное обеспечение и т.д. Общая смета затрат приведена в таблице 6.1. Данные из таблицы взяты с официальных электронных ресурсов магазинов: <http://nag.ru>, <https://market.yandex.ru>, <http://www.dvbc.ru>,

Таблица 6.1 – Капитальные вложения в оборудование и материалы

№ п/п	Наименование	Кол-во единиц	Стоимость, руб.	
			за единицу	всего
1	Коммутатор доступа SNR-S2985G-24T	50	11 542	577100
2	Коммутатор доступа SNR-S2985G-48T	25	20 822	645550
3	Коммутатор агрегации SNR-S2990G-48FX	11	37 990	417890
4	IP ATC AsteriskNOW	1	100000	100000
5	Ядро SNR-S4550	1	98542	98542
6	Биллинг HPE ProLiant DL120 Gen9	1	107000	107000

Окончание таблицы 6.1

7	Summavision 10K511	1	779000	779000
8	Межсетевой экран Zyxel ZyWALL 1100	1	190000	190000
9	HP 646902-421 Proliant DL360p Gen8 E5-2640	1	314 328	314328
10	Коннекторы RJ-45	3000	3	9000
11	Антивандалные шкафы	190	8 100	1539000
12	Стойка 19U	4	2 850	11400
13	ИБП UPS 400VA FSP	200	2 150	430000
14	Сетевой фильтр	200	1 050	210000
15	ПО Mail-сервера	1	65 000	65000
16	ПО DNS-сервера	1	60 000	60000
17	ПО FTP и HTTP серверов	1	130 000	130000

Итого: 5683810

Капитальные затраты на оборудование рассчитываются по формуле:

$$K_{обор} = K_{np} + K_{тр} + K_{смр} + K_{т/у} + K_{зсп} + K_{нпр}, \text{ руб} \quad (6.1)$$

где K_{np} – Затраты на приобретение оборудования;

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

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

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

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

$$K_{обор} = K_{пр} + K_{тр} + K_{смп} + K_{м/у} + K_{зср} + K_{нпр} =$$

$$(1 + 0,04 + 0,2 + 0,05 + 0,03) * 5683810 = 7502629 \text{ руб}$$

Затраты на строительство и ввод в эксплуатацию линейно-кабельных сооружений представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения на строительство и ввод в эксплуатацию линейно-кабельных сооружений

Наименование	Количество единиц	Стоимость, руб	
		за единицу, м	всего
Кабель оптический ДПЛ-П-08А-2,7кН	19 000	29	551000
Кабель UTP cat5	200 000	5	1000000
Итого: 1 551 000			

Капитальные затраты на строительство ВОЛС составят:

$$K_{ЛКС} = L * Y, \text{ тыс. руб} \quad (6.2)$$

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

L – протяженность кабельной линии;

Y – стоимость 1 км прокладки кабеля;

$$K_{ЛКС} = 19000 * 150 + 2975 * 300 =$$

$$= 2850000 + 892500 = 3742500$$

Монтаж кабельных систем возлагается на организацию подрядчика. Стоимость работ равна 300 руб за точку подключения, а стоимость укладки и

монтажа оптического кабеля составляет 150 рублей за метр. В результате общие затраты на работы по построению мультисервисной сети составят:

$$KB = 7502629 + 1551000 + 3742500 = 12796129 \text{ руб.}$$

6.2 Расчет эксплуатационных расходов

Эксплуатационные расходы это текущие расходы предприятия на производство и предоставление абоненту услуг связи. В состав эксплуатационных расходов входят все расходы на содержание и обслуживание сети. Эксплуатационные расходы по своей экономической сущности выражают себестоимость услуг связи в денежном выражении.

Эксплуатационные расходы включают в себя:

1. Затраты на оплату труда – необходимо сформировать фонд заработной платы для оплаты труда сотрудников.
2. Единый социальный налог – согласно законодательству РФ определить сумму отчислений в пенсионный фонд и т.д.
3. Амортизация основных фондов – рассчитать отчисления на формирование фонда замены оборудования
4. Материальные затраты и прочие производственные расходы.

Затраты на оплату труда. Для расчета годового фонда заработной платы необходимо определить численность штата производственного персонала. Для обслуживания сети необходимо ввести персонал по обслуживанию станционного оборудования, а также сотрудников, которые будут подключать абонентов. Рекомендуемый состав персонала приведен в таблице 5.3.

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

Таблица 6.3 – Состав персонала

Наименование должности	Оклад	Количество, чел.	Сумма з/пл, руб.
Инженер	45000	1	45000
Системный администратор	30000	1	30000
Монтажник	20000	1	20000
Итого		3	95 000

Годовой фонд оплаты труда составит:

$$\text{ФОТ} = \sum_{i=1}^K (T * P_i * I_i) * 12, \text{ руб.} \quad (6.3)$$

где 12 – количество месяцев в году;

T – коэффициент премии

P_i – заработная плата работника каждой категории.

$$\text{ФОТ} = 95000 * 12 = 1140000 \text{ руб.}$$

Страховые взносы. Страховые взносы в 2016 году составляют 31,8 % от суммы годового заработка

$$\text{СВ} = 0,3 * \text{ФОТ} \quad (6.4)$$

$$\text{СВ} = 1140000 * 0,3 = 342000 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления. Эти отчисления на содержание производственных фондов компании, т.е. на замену/ремонт оборудования. Этот показатель рассчитывается с помощью утвержденных норм

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

амортизационных отчислений. В проекте этот показатель вычислен относительно срока службы оборудования:

$$AO = T / F \quad (6.5)$$

где T – стоимость оборудования;

F – срок службы оборудования.

$$AO = 5683810 / 10 = 568381 \text{ руб.}$$

Материальные затраты. В них включено оплата электроэнергии для производственных нужд, затраты на материалы и запасные части и др. Эти составляющие материальных затрат определяются следующим образом:

$$Z_n = T * 24 * 365 * P, \text{ руб} \quad (6.6)$$

где $T = 4,6$ руб./кВт · час – тариф на электроэнергию

$P = 5$ кВт – суммарная мощность установок.

Тогда, затраты на электроэнергию составят

$$Z_{эН} = 4,6 * 24 * 365 * 5 = 201480, \text{ руб.}$$

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

$$Z_{мз} = 0 \quad (6.7)$$

Таким образом, общие материальные затраты равны

$$Z_{общ} = 201480 \text{ руб.}$$

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

Прочие расходы.

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

$$Z_{np} = 0.05 * \text{ФОТ} \quad (6.8)$$

$$Z_{эк} = 0.07 * \text{ФОТ} \quad (6.9)$$

Подставив значения в формулы (6.7) и (6.8), получается:

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

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

Таким образом, вычисляются прочие расходы:

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

Результаты расчета годовых эксплуатационных расчетов сводятся в таблицу 6.4

Таблица 6.4 – Результаты расчета годовых эксплуатационных расходов

Наименование затрат	Сумма затрат, руб.
1. ФОТ	1140000
2. Страховые взносы	342000
3. Амортизационные отчисления	568381
4. Общие материальные затраты	201042
5. Прочие расходы	108000
6. Аренда канала для ПД	1700000
Итого:	4059423

6.3 Определение доходов от основной деятельности

Доходы провайдера от предоставления услуг населению имеют два вида – единоразовые (оплата за подключение услуги) и периодические (абонентская плата за предоставление доступа к услугам). Разовая оплата за подключение к сети сейчас уже не распространена среди провайдеров, поэтому примем в расчет, что подключение абонента к сети будет бесплатное. Срок окупаемости вложений будет зависеть от получаемого дохода, который основан на количестве подключенных абонентов. Предполагаемое количество абонентов, которое будет подключаться к сети в определенный период, приведено в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Количество подключаемых абонентов по годам

Год	Доступ к сети Интернет		IP-TV		IP-телефония		VOD	
	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица	Физ. лица	Юр. лица
1	1487	3	817	3	445	3	122	0
2	900		508		322		62	
3	587		309		123		61	
Всего абонентов	2975	3	1634	2	890	3	245	0

Т.к. других услугами нынешнего провайдера в ЖК жители недовольны, то можно рассчитывать на достаточно быстрое присоединение абонентов к сети, т.е. за 3 года должны подключиться все потенциальные абоненты. В первый год планируется подключить минимум 50% от общего количества

абонентов. Предполагается, что юридические лица будут заинтересованы в подключении всего спектра услугам.

Тарифы за пользование услугами будут следующие: Доступ к сети Интернет: юридические лица - 1600, физические лица – 300 за 30 Мбит/с; услуга IP-TV: юридические лица – 1000, физические лица - 150; услуга IP-телефония: юридические лица - 500, физические лица – 100 (цены указаны в рублях). Примем в расчет, что услугой видео по запросу абоненты будут пользоваться активно и тратить на это будут около 150 рублей в месяц. На основании определенной цены за услуги проведен расчет ежегодного дохода.

Таблица 6.6 – Общие доходы от подключения абонентов и предоставления услуг по годам.

Год	Доход, руб.	
	За месяц	За год
1	640750	7689000
2	387700	4652400
3	243900	2926800

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

6.4 Определение оценочных показателей проекта

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

Срок окупаемости можно оценить при использовании расчета чистого денежного дохода (*NPV*), который показывает величину дохода на конец *i*-го периода времени. Метод основан на сопоставлении величины исходных

инвестиций (IC) с общей суммой дисконтированных чистых денежных поступлений (PV) за весь расчетный период. Иными словами этот показатель представляет собой разность дисконтированных показателей доходов и инвестиций, рассчитывается по формуле (5.9):

$$NPV = PV - IC \quad (6.10)$$

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

IC – отток денежных средств в начале n -го периода, рассчитываемый по формуле (5.11).

$$PV = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} \quad (6.11)$$

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

$$IC = \sum_{n=1}^m \frac{I_n}{(1+i)^{n-1}} \quad (6.12)$$

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

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

Ставка дисконта — это ожидаемая ставка дохода на вложенный капитал в сопоставимые по уровню риска объекты инвестирования на дату оценки. Примем ставку дисконта равную 10%. В таблице 5.7 приведен расчет дисконтированных доходов и расходов, а также чистый денежный доход с учетом дисконтирования, параметр P_n показывает доход, полученный за текущий год.

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

Таблица 6.7 – Оценка экономических показателей проекта с учетом дисконта

Год	P	PV	I	IC	NPV
0	0	0	16855552	16855552	-16855552
1	7689000	6990000	4059423	20545936	-13555936
2	12341400	17189504	4059423	23900831	-6711327
3	15268200	28660728	4059423	26950735	1709993
4	15268200	39089114	4059423	29723375	9365739
5	15268200	48569465	4059423	32243957	16325508
6	15268200	57187966	4059423	34535395	22652571
7	15268200	65022966	4059423	36618520	28404446

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

Точный срок окупаемости можно рассчитать по формуле:

$$PP = T + \frac{|NPV_{n-1}|}{(|NPV_{n-1}| + NPV_n)} \quad (6.13)$$

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

$$PP = 3 + 6711327 / (6711327 + 1709993) = 3,8 = 3 \text{ года } 9 \text{ месяцев}$$

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

$$PI = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} / \sum_{n=1}^m \frac{I_n}{(1+i)^{n-1}} \quad (6.14)$$

Индекс рентабельности при 6 летней реализации проекта составит:

$$PI = 39089114 / 29723375 = 1,30 = 30\%$$

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

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

$$IRR > i \quad (6.15)$$

где *i* – ставка дисконтирования

Расчет показателя *IRR* осуществляется путем последовательных итераций. В этом случае выбираются такие значения нормы дисконта *i*₁ и *i*₂,

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

чтобы в их интервале функция NPV меняла свое значение с «+» на «-», или наоборот. Далее по формуле делается расчет внутренней нормы доходности:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1) \quad (6.16)$$

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

Для данного проекта: $i_1=10$, при котором $NPV_1 = 1709993$ руб.; $i_2=17$ при котором $NPV_2 = -336551$ руб.

Следовательно, расчет внутренней нормы доходности будет иметь вид:

$$IRR = 10 + (1709993 / (1709993 - (-336551))) * (17 - 10) = 15,8$$

Таким образом, внутренняя норма доходности проекта составляет 15,8%, что больше цены капитала, которая рассматривается в качестве 10%, таким образом, проект следует принять.

Таблица 6.8 – Основные технико-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Значения показателей
Объем капитальных вложений в проект, руб.	12796129
Годовые эксплуатационные расходы, руб., в том числе:	4059423
ФОТ	1140000
Страховые взносы	342000
Амортизационные отчисления	568381

Окончание таблицы 6.8

Общие материальные затраты	201042
Прочие расходы	108000
Аренда канала для ПД	1700000
Численность персонала по обслуживанию линейного тракта, чел.	3
Количество абонентов, чел.	2975
Срок окупаемости	3 года 9 месяцев
Рентабельность	30%
Внутренняя норма доходности	15,8%

Расчеты экономических показателей проекта подтверждают инвестиционную привлекательность проекта в целом.

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

Соблюдение мер по охране труда, технике безопасности и охране окружающей среды являются достаточно важными аспектами. За нарушение правил, в особенности, если он повлекли за собой причинение вреда здоровью работника или окружающей среде, предусмотрены наказания как по административному законодательству (штрафы), так и уголовная ответственность в случае серьезных нарушений. По этой причине на предприятиях существуют ответственные, следящие за исполнением работниками введенных правил. Все нормы и правила основаны на существующем законодательстве РФ.

7.1 Меры по охране окружающей среды

Основные требования подробно описаны в ФЗ «Об охране окружающей среды», в котором подробно разъяснены правила работы предприятий и иных объектов, их негативное влияние на окружающую среду.

Нарушение установленных требований в области охраны окружающей среды может повлечь за собой приостановление эксплуатации предприятий по предписаниям органов исполнительной власти, осуществляющих государственное управление в области охраны окружающей среды. Также может быть осуществлена работа предприятия полностью на основании решения суда общей юрисдикции и (или) арбитражного суда. Эта мера используется только в крайних случаях.

Что касается отрасли связи, к основным работам, связанным с окружающей средой, относятся земляные работы. Они проводятся при построении кабельной инфраструктуры. При проведении работ на земле, где

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

имеется плодородная почва, необходимо обеспечить мероприятия по ее сохранению: аккуратное снятие пласта плодородной почвы и дальнейшая его защита до момента окончания работ.

При работе с передвижными источниками электроэнергии (дизельные генераторы) следует исключить попадание вредных веществ в почву, водоемы и тд.

7.2 Техника безопасности и охрана труда на предприятиях связи

В законодательных актах РФ существуют документы, в которых подробно описаны правила по охране труда на предприятии при организации и проведении работ. Основными документами являются «Положение об организации работы по охране труда на предприятиях, в учреждениях и организациях, подведомственных Министерству связи Российской Федерации», утвержденное Приказом Минсвязи России от 24.01.94 N 18, и «Рекомендации по организации работы службы охраны труда на предприятиях, в учреждениях и организациях от 27.02.95 N 34-у», «Правила эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила устройства электроустановок (ПУЭ)». Оборудование обязано соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003, требованиям ТУ на оборудование, требованиям ОСТ и стандартов предприятия на отдельные группы и виды оборудования.

В этих документах описывается порядок допуска работника к выполнению конкретных видов работ. Указывается необходимость проведения инструктажей различных уровней перед началом проведения работ. Указываются перечень необходимых мероприятий, которые должны быть реализованы с целью обеспечения безопасности сотрудника и окружающих при проведении работ (предупреждающие таблички, сигналы, наличие защитной одежды и т.д.).

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

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

В документах зафиксирована ответственность руководства за нарушение норм техники безопасности, в частности, если нанесен вред здоровью человека. Помимо этого, указана ответственность работника за несоблюдение норм техники безопасности, которые предусмотрены положением по охране труда на предприятии.

Сотрудники обязаны проходить инструктаж по технике безопасности при трудоустройстве, а также периодически подтверждать свои знания на специальных экзаменах.

Работник обязан знать правила оказания первой медицинской помощи, а также уметь ее оказывать. Это необходимо, чтобы минимизировать причиненный вред здоровью при возникновении травм и т.д.

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения проекта были разработаны рекомендации по построению мультисервисной сети на территории Кленового квартала жилого комплекса «Борисоглебское». Проект мультисервисной сети включает в себя описание инфраструктуры квартала с расчетом количества потенциальных абонентов, анализ конкурентов, составлен перечень предоставляемых услуг.

Сеть построена по архитектуре FTTB на базе технологии Fast Ethernet. Общее количество абонентов в ЖК «Озерки» 2975, для них были определены основные мультисервисные услуги - IP-телефония, IPTV, VoD(видео по запросу), доступ к сети Интернет.

В качестве оборудования выбраны устройства фирмы SNR оборудование которой соответствует предъявленным требованиям: соотношение цена/качество, наличие сертификатов соответствия, качество работы и т.д.

Для оценки целесообразности инвестирования в проект была составлена смета затрат на построение сети и рассчитаны такие экономические показатели как рентабельность, срок окупаемости и др. На реализацию проекта потребуется 12.8 млн рублей, годовые затраты по эксплуатацию 4.9 млн рублей, проект будет приносить прибыль на 4 году эксплуатации, рентабельность 30 %.

В пояснительной записке отмечены мероприятия, связанные со строительством кабельных линий связи, по технике безопасности и охране труда при эксплуатации оборудования и организации монтажных работ. Все сформулированные задачи выполнены в полном объеме.

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Электронный ресурс ЖК «Озерки» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://vyborstroi.ru> (дата обращения 10.11.2017)
2. Информационный ресурс nag.ru/ [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://nag.ru/catalog.php?m=2&id=204184> (дата обращения 10.11.2017)
3. Семенов Ю. А. Алгоритмы и протоколы каналов и сетей передачи данных [текст]/ Ю.А. Семенов //Интернет-Университет Информационных Технологий 2007г. 638с.
4. Берлин А.Н. Абонентские сети доступа и технологии высокоскоростных сетей [текст]/ А.Н. Берлин // Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ» 2016 г. 277 с.
5. Складов О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи (2-е издание) Учебное пособие [текст]/ О.К. Складов //Изд.: «Лань». 2016 г. 267с.
6. Обзор технологии VDSL2 [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://admin-gu.ru/network/obzor-tekhnologii-vdsl-vdsl2> (дата обращения 17.11.2017)
7. Обзор технологии VDSL2 [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://citforum.ru/nets/hard/vdsl2/> (дата обращения 17.11.2017)
8. Гэгнон, Н. Лего, С. Эволюция измерительного оборудования для тестирования сетей FTTx [текст] / Николас Гэгнон, Софии Лего // Измерительная техника. – 2006. - №1.
9. Коивесто П. FTTx Принципы построения, технологии и решения для монтажа [текст] / П. Коивесто // Изд.: Nestor Cables Ltd. 2010г.
10. Технические характеристики биллинговой системы Carbon Billing 5 и Carbon Campus Server [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://www.carbonsoft.ru/carbon-campus-server> (дата обращения 24.11.2017)

					11070006.11.03.02.502.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

11. Технические характеристики кабеля ДПЛ-П-08А-2,7кН [Электронный ресурс]/ Режим доступа: http://www.atmcom.ru/cgi-bin/catalog/viewpos.cgi?in_id=24032 (дата обращения 24.11.2017)

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

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

14. Приказ от 24 января 1994 г. N 18 «Об утверждении нового положения об организации работы по охране труда на предприятиях, в учреждениях и организациях, подведомственных министерству связи российской федерации» [Электронный ресурс]/ Режим доступа - <http://www.referent.ru/1/35512> (дата обращения 01.12.2017)

15. Постановление от 8 февраля 2000 г. N 14 «Об утверждении рекомендаций по организации работы службы охраны труда в организации» [Электронный ресурс]/ Режим доступа: www.government-nnov.ru/?id=71330 (дата обращения 01.12.2017)

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

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

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

« ___ » _____ г.

(подпись)

(Ф.И.О.)