

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(**Н И У « Б е л Г У »**)

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

Кафедра информационно-телекоммуникационных систем и технологий

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ В ЖИЛОМ
КОМПЛЕКСЕ «ЧЕТЫРЕ ГОРИЗОНТА» Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ**

Выпускная квалификационная работа студентки

очной формы обучения

направления подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

4 курса группы 07001208

Коныхова Артёма Игоревича

Научный руководитель
канд. техн. наук, ст. преп. кафедры
Информационно-
телекоммуникационных
систем и технологий
НИУ «БелГУ» Лихолоб П.Г.

Рецензент
к.т.н., доцент, профессор кафедры
Информационно-
телекоммуникационных
систем и технологий
НИУ «БелГУ» Черноморец А.А.

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

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

Утверждаю
Зав. кафедрой

« ____ » _____ 201_ г.

ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

Коныхова Артёма Игоревича
(фамилия, имя, отчество)

1. Тема ВКР «Проектирование мультисервисной сети связи в жилом комплексе «Четыре Горизонта» г. Санкт-Петербург»

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

2. Срок сдачи студентом законченной работы 06.06.2016 г.

3. Исходные данные:

- 3.1 Объект проектирования – жилой комплекс «Четыре Горизонта» г. Санкт-Петербург;
- 3.2 Тип сети связи – широкополосная сеть абонентского доступа по технологии FTTB;
- 3.3 Количество абонентов – 2064

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

- 4.1. Анализ состояния существующей сети связи в жилом комплексе «Четыре Горизонта» г. Санкт-Петербург;
- 4.2. Выбор варианта реализации мультисервисной сети связи в жилом комплексе «Четыре Горизонта» г. Санкт-Петербург;
- 4.3 Оценка характеристик трафика;
- 4.4 Выбор оборудования и расчет линейно-кабельных сооружений;
- 4.5 Технико-экономическое обоснование проекта.

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

- 5.1 Проектируемая схема организации связи (А3, лист 1)
- 5.2 Проектируемая схема объекта (А3, лист 1)
- 5.3 Проектируемая схема размещения оборудования в телекоммуникационном шкафу (А1, лист 1)
- 5.4 Проектируемая схема трассы прокладки кабеля (А1, лист 1)

6. Консультанты по работе с указанием относящихся к ним разделов

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

7. Дата выдачи задания 25.04.2016 г.

Руководитель

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

НИУ «БелГУ» _____ П.Г. Лихолоб
(подпись)

Задание принял к исполнению _____ *А.И. Коныхов*
(подпись)

8.1 Капитальные вложения.....	48
8.2 Калькуляция эксплуатационных расходов.....	50
8.3 Страховые взносы.....	51
8.4 Амортизационные отчисления.....	51
8.5 Материальные затраты.....	52
8.6 Прочие расходы.....	53
8.7 Калькуляция доходов.....	54
9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЕКТА.....	58
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	65
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	67

					11070006.11.03.02.110.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		3

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СЕТИ СВЯЗИ.....	6
2 ВЫБОР ВАРИАНТА РЕАЛИЗАЦИИ СЕТИ.....	8
2.1 Выбор технологии реализации	8
2.1.1. Технологии FTTx.....	8
2.2. Оценка требуемой полосы пропускания канала.....	11
3. РАСЧЕТ НАГРУЗОК МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ.....	14
3.1 Расчет нагрузок	14
3.2. Оценивание трафика, генерируемого абонентами МСС.....	18
4. ВЫБОР ТИПА ЛИНИИ СВЯЗИ.....	22
4.1. Линия связи на уровне ядра и уровне агрегации.....	22
4.2. Линия связи на уровне абонентского доступа.....	23
5 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ	25
5.1 Оборудование уровня ядра	25
5.2 Оборудование уровня агрегации	28
5.3 Оборудование уровня доступа.....	34
5.4 Шлюз контроля доступа.....	38
5.5 Мультисервисный маршрутизатор.....	39
5.6 Шлюз VoIP.....	41
6 РАСЧЕТ ОБЪЕМА ОБОРУДОВАНИЯ И ЛИНЕЙНО-КАБЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	43
6.1 Оценка капитальных вложений в проект	43
7 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕАЛИЗАЦИИ СЕТИ.....	47
7.1 Рекомендации по установке оборудования в домах.....	47
8 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА	48

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Проектирование мультисервисной сети связи в жилом комплексе «Четыре Горизонта» г. Санкт- Петербург	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		<i>Коньхов А.И.</i>					3	67
Провер.		<i>Лихолоб П.Г.</i>				<i>НИУ «БелГУ», гр. 07001208</i>		
Рецензент		<i>Черноморец А.А.</i>						
Н.Контр.		<i>Лихолоб П.Г.</i>						
Утв.		<i>Жуляков Е.Г.</i>						

ВВЕДЕНИЕ

В современной жизни прогресс в области телекоммуникационных сетей происходит в направлении роста рынка мультисервисных услуг, внедрения новых телекоммуникационных и информационных технологий, их конвергенции.

Очевидно, что на данный момент, ни один процесс в современном обществе не может происходить без обмена информацией, для своевременной передачи которой используются различные средства и системы связи.

Появление новых видов техники передачи и распределения информации приводит к необходимости постоянного совершенствования существующих и разработке новых устройств связи, и методов построения телекоммуникационных систем.

Популярность внедрения локальных и корпоративных сетей вызван ростом потока информации, которую передают пользователи одной сети. Исходя из этого существуют основные требования к локальным сетям: большая скорость обменом информации, надежность, безопасность передачи информации.

В настоящее время мультисервисная сеть связи получила особую популярность. Она предоставляет возможность использовать высококачественные сетевые сервисы: пакетная передача голосового- и видеотрафика, высокоскоростной и коммутируемый широкополосный доступ в сеть Интернет, передача данных с гарантированным качеством обслуживания, организации защищенных виртуальных частных сетей (VPN).

Этот факт позволяет МСС располагать к себе операторов связи и сервис-провайдеров. Эксплуатация современных сетевых технологий даёт возможность повышения эффективности бизнеса за счет обеспечения огромного спектра услуг, а также понижение затрат на использование и совершенствования сети оператора.

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Цель проекта - обеспечение населения жилого комплекса «Четыре Горизонта» г. Санкт- Петербург мультисервисными услугами; уменьшение эксплуатационных затрат и создание дополнительных источников доходов оператора связи за счет предоставления актуальных инфокоммуникационных услуг.

Задачи проекта: проанализировать состояние существующей сети, выбрать вариант реализации сети, рассмотреть существующие технологии FTTx, рассчитать нагрузок мультисервисной сети связи, рассчитать объем оборудования и линейно- кабельных сооружений, технико- экономическое обоснование проекта

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СЕТИ

В конкретном проекте разрабатывается мультисервисная сеть связи для жилого комплекса «Четыре Горизонта» г. Санкт-Петербург. В этом комплексе расположено 4 дома по 516 квартир в каждом, что составляет 16 подъездов. Комплекс является новостройкой. Сдача его в эксплуатацию назначена на третий квартал 2016 года.

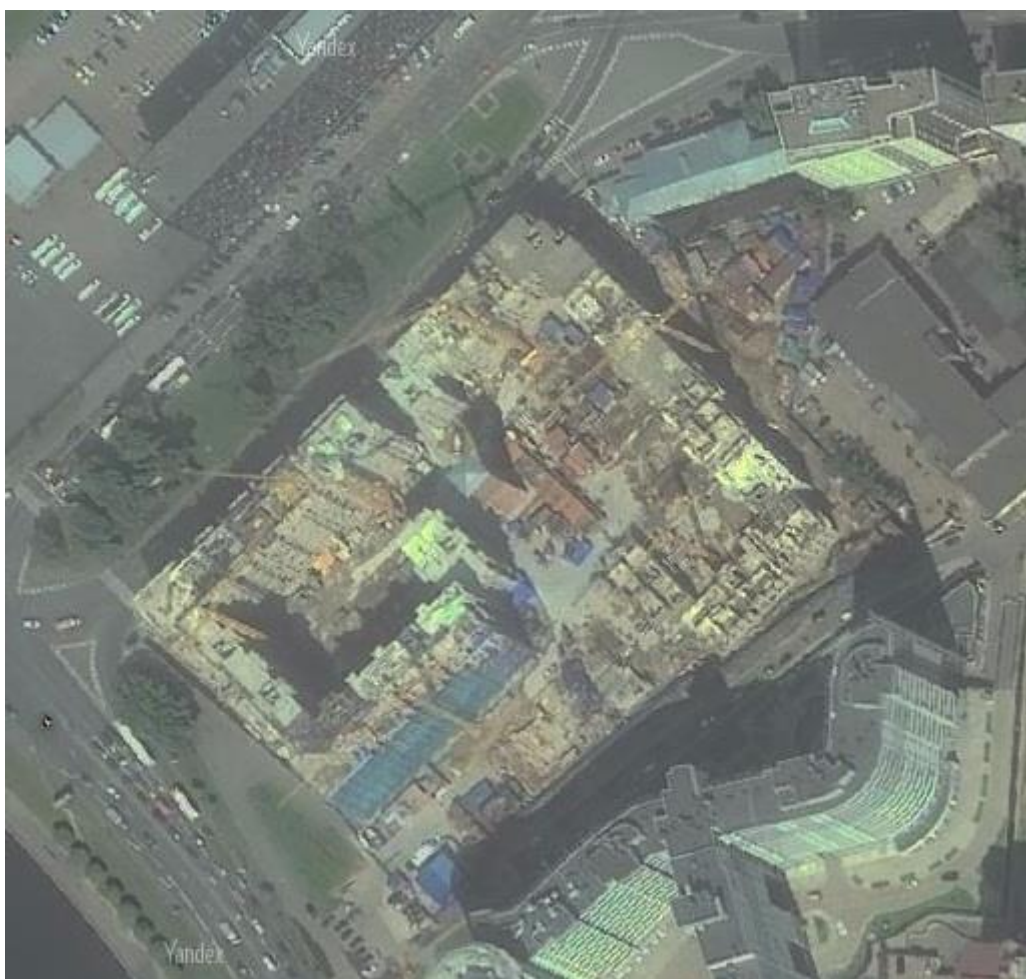


Рисунок 1.1 - Схема жилого комплекса «Четыре Горизонта» г. Санкт-Петербург

Количество абонентов считаем равным количеству квартир. Количество квартир в многоэтажных домах комплекса составляет 2064. С учетом одного

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

подключения на квартиру логично будет полагать, что и количество абонентов будет составлять 2064.

Учитывая, что в рассматриваемом жилом комплексе расположены только многоэтажные жилые дома, уместным становится применение современной широкополосной технологии. Жилой комплекс «Четыре Горизонта» находится в зоне присутствия операторов сотовой связи, но они не могут гарантировать такую же полосу пропускания и качество услуг, как в проектируемой сети связи.

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 ВЫБОР ВАРИАНТА РЕАЛИЗАЦИИ СЕТИ

2.1 Выбор технологии реализации

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

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

2.1.1 Технологии FTTx

Технологии FTTx являются общим термином для любой из широкополосной сети передачи данных. Идея использования волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) в целях обеспечения услугами частных и корпоративных пользователей не нова. Она осуществляется в рамках концепции FTTx (Fiber к x - "волокно в ..."). Однако, широкое распространение этой концепции в сетях абонентского доступа ограничено в результате медленного формирования новых широкополосных мультимедийных приложений и услуг, а также нежеланием их потребления рынком. Оптическая сеть доступа достаточно развита и спрос на услуги приобретает массовый характер у абонентов частных и корпоративных сетей, следовательно, они смогут использовать широкополосные мультимедийные услуги по разумной цене.

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Существует несколько развертываний сети доступа смешанного типа. Одна концепция является изменением концепции FTTx и называется FTTB (Fiber To The Building -- "волокно к зданию", то есть доведение ВОЛС до офисного здания). Согласно этой концепции распределение сигналов по абонентам внутри здания осуществляется по витым медным парам преимущественно с использованием технологии VDSL. По сравнению с технологией ADSL, VDSL имеет более высокую скорость передачи данных (от 13 до 52 Мбит/с).

Далее перечислены иные варианты концепции FTTx (рисунок 3.1):

- FTTH -- Fiber To The Home (доведение ВОЛС до жилого дома);
- FTTP -- Fiber To The Premises (обобщенное понятие, объединяющее, по сути, варианты FTTH и FTTB);
- FTTO -- Fiber To The Office (понятие, аналогичное FTTB);
- FTTC -- Fiber To The Curb (доведение ВОЛС до места, в котором установлен кабельный шкаф);
- FTTCab -- Fiber To The Cabinet (понятие, аналогичное FTTC);
- FTTR – Fiber To The Remote (доведение ВОЛС до удаленного модуля, концентратора);
- FTTOpt – Fiber To The Optimum (доведение ВОЛС до оптимального, с точки зрения оператора, пункта).

Одновременно с FTTx существует похожая концепция организации распределительной сети внутри здания -- FITB (Fiber In The Building).

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 2.1 Варианты построения сетей FTТх

В рамках проектируемой сети связи имеет место использование технологии FTTB. Главным образом технология FTTB является одной из перспективных способов - расширить полосу пропускания каналов связи до пользователей и предложения им всё новых услуг. FTTB (анг. Fiber To The Building) обеспечивает заведение волокна непосредственно в здание – многоквартирный дом и др. В такой схеме граница между медью и оптикой перемещается в помещение, что гораздо упрощает решение задач с электропитанием устанавливаемого на границе активного оборудования. Вместе с этим немаловажным будет отметить, что операционные затраты при пользовании сети FTTB гораздо ниже, а пропускная способность выше, чем у предшествующих технологий. Так же архитектура FTTB берет верх новостройках и у крупных операторов связи. Для сравнения, в архитектуре FTTH , будет востребована только в малоэтажных новостройках. Протяженность медного участка в сетях FTTB значительно меньше, чем в FTТN/FTTC (Fiber To The Node/Fiber To The Curb), что, существенно повышает скорость передаваемых данных. При расстояниях, характерных для типовых зданий, целесообразно использовать и медный вариант Ethernet. Нельзя оставить без внимания и то, что в сетях FTTB вся медь находится внутри

здания. Это говорит нам о том, что не возникнет проблем, специфичных для уличных трасс.

На рисунке 2.2 продемонстрирована типовая схема реализации архитектуры FTTB.

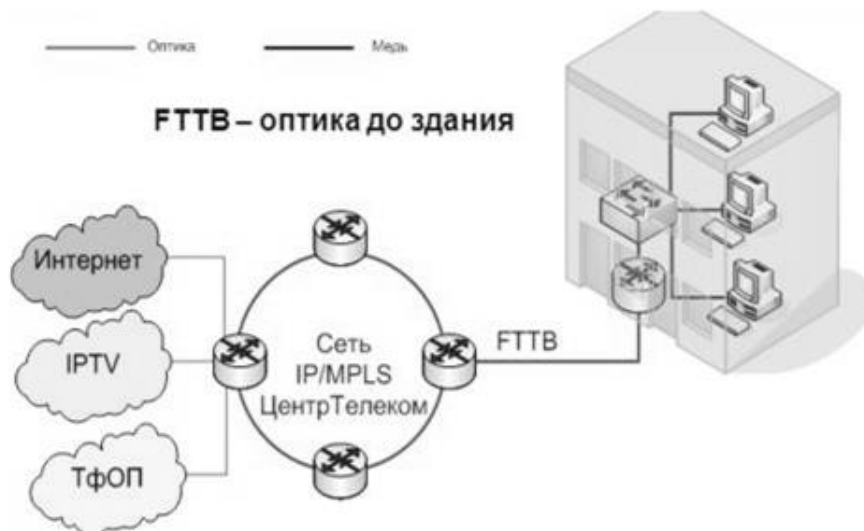


Рисунок 2.2 - типовая схема реализации архитектуры FTTB.

Для того, чтобы построить сеть FTTB, необходимо соединить сеть жилого комплекса «Четыре Горизонта» с внешними сетями. Для этого предлагается проложить волоконно- оптический кабель от ближайшей АТС Санкт-Петербург до ядра сети и провести кабель к каждому дому.

2.2 Оценка требуемой полосы пропускания канала

Этажность жилого комплекса варьируется между десяти- и тринадцатизэтажными домами, встроенными и пристроенными объектами социального и культурно-бытового обслуживания населения, такие, как аптеки, магазины и др., наземными и подземными паркингами. Общая численность абонентов многоэтажных домов составляет 2064. В связи с тем, что комплекс-новостройка, инфокоммуникация в нем пока что отсутствует

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Проектируемая сеть должна предоставлять каждому абоненту следующие виды услуг:

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

Осуществим распределение услуг по категориям абонентов. Большую часть абонентов составляют молодые люди и семьи с детьми. Эта категория абонентов будет использовать все виды предлагаемых им услуг. Оставшуюся часть абонентов составляют пенсионеры. Для них будут актуальны:

- IP телефония;
- Интерактивное цифровое телевидение IPTV;

Общее количество абонентов для каждой услуги:

Игровой сервис – 700 абонентов;

Доступ в Интернет – 1000 абонентов;

IP телефония – 2064 абонентов;

IPTV – 1100 абонентов;

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

- Высокоскоростной доступ к сети Интернет - 10 Мбит/с
- IP телефония - 64 кбит/с;
- IPTV - 4 Мбит/с;
- Игровой сервис - 8 Мбит/с.

Рассчитаем требуемую полосу пропускания:

- IP телефония $2064 \cdot 64 \text{ кбит/с} = 132 \text{ Мбит/с}$;
- Доступ к сети Интернет $1000 \cdot 10 \text{ Мбит/с} = 10000 \text{ Мбит/с}$;
- IPTV $1100 \cdot 4 \text{ Мбит/с} = 4400 \text{ Мбит/с}$;
- Игровой сервис $700 \cdot 8 \text{ Мбит/с} = 5600 \text{ Мбит/с}$.

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Суммарный трафик абонентов – 20134 Мбит/с = 20 Гбит/с

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

3 РАСЧЕТ НАГРУЗОК МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ

3.1 Расчет нагрузок

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

Расчет поступающих интенсивностей нагрузок (ИН) осуществляется по формуле:

$$Y_i = a \cdot N_i, \quad (3.1)$$

где $a = 0,05$ Эрл – удельная поступающая ИН от абонентов; N_i - емкость i -й станции.

Емкость существующей АТС составляет 10000 тыс. номеров. Рассчитаем интенсивность поступающих нагрузок на существующей АТС и проектируемой МСС:

$$Y_{АТС} = a \cdot N_{АТС} = 0.05 \cdot 10000 = 500 \text{ Эрл};$$

$$Y_{МСС} = a \cdot N_{МСС} = 0.05 \cdot 2064 = 103,2 \text{ Эрл}.$$

Для цифровых АТС с целью упрощения расчетов принимаем:

$$\frac{t_{вых_i}}{t_{вх_i}} = 1 \quad (3.2)$$

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Нагрузка на выходе определяется как:

$$Y_{\text{вых}_i} = \frac{t_{\text{вых}_i}}{t_{\text{вх}_i}} \cdot Y_i, \quad (3.3)$$

где $t_{\text{вх}_i}$ и $t_{\text{вых}_i}$ – время занятия входа и выхода i -й станции.

$$Y_{\text{вых_ATC}} = Y_{\text{ATC}} = 500 \text{ Эрл};$$

$$Y_{\text{вых_MCC}} = Y_{\text{MCC}} = 58 \text{ Эрл.}$$

Интенсивность нагрузки на выходе АТС распределяется по следующим направлениям связи: внутростанционная связь, к УСС и исходящие связи к МСС.

Для определения внутростанционной нагрузки сначала рассчитывается общая исходящая ИН сети:

$$Y_{\text{вых_сети}} = \sum_i Y_{\text{вых}_i}, \quad (3.4)$$

где i – станция.

$$Y_{\text{вых_сети}} = \sum_{i=2} Y_{\text{вых}_c} = 500 + 58 = 558 \text{ Эрл}$$

Затем вычисляем долю исходящей ИН для каждой сети от общей исходящей ИН сети в процентах:

$$\eta_i = \frac{Y_{\text{вых}_i}}{Y_{\text{вых_сети}}} \cdot 100\%, \quad (3.5)$$

$$\eta_{\text{ATC}} = 500/558 = 0.89 = 89 \%;$$

$$\eta_{\text{MCC}} = 58/558 = 0.11 = 11 \%$$

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

По таблице 4.1 определим процент интенсивности внутростанционной нагрузки $K_{вн_i}$ от интенсивности исходящей нагрузки.

Таблица 3.1 Процент интенсивности внутростанционной нагрузки

η	$K_{вн}$	η	$K_{вн}$	η	$K_{вн}$
0,5	16,0	7,5	23,5	30,0	46,0
1,0	18,0	8,0	24,2	35,0	50,4
1,5	18,7	8,5	25,1	40,0	54,5
2,0	19,0	9,0	25,8	45,0	58,2
2,5	19,2	9,5	26,4	50,0	61,8
3,0	19,4	10,0	27,4	55,0	66,6
3,5	19,7	10,5	27,6	60,0	69,4
4,0	20,0	11,0	28,3	65,0	72,8
4,5	20,2	12,0	30,5	70,0	76,4
5,0	20,4	13,0	31,0	75,0	80,4
5,5	20,7	14,0	32,9	80,0	81,3
6,0	21,0	15,0	38,3	85,0	88,1
6,5	21,7	20,0	38,5	90,0	92,2
7,0	22,6	25,0	42,4	100,0	100,0

Исходя из данных таблицы, определено, что для $\eta_{ATC} = 89\%$ $K_{вн I} = 92,2$,
для $\eta_{MCC} = 11\%$ $K_{вн I} = 28,3$.

Расчет внутростанционных ИН производим по формуле:

$$Y_{вн_i} = \frac{K_{вн_i} \cdot Y_{вых_i}}{100}, \quad (3.6)$$

$$Y_{вн_ATC} = 92,2 \cdot 500 / 100 = 461 \text{ Эрл};$$

$$Y_{вн_MCC} = 28,3 \cdot 58 / 100 = 16,4 \text{ Эрл.}$$

Интенсивность нагрузки к УСС составляет 5% от интенсивности исходящей нагрузки, т.е.:

$$Y_{УСС_i} = 0,05 \cdot Y_{вых_i}, \quad (3.7)$$

$$Y_{УСС_ATC} = 0,05 \cdot Y_{вых_ATC} = 0,05 \cdot 500 = 25 \text{ Эрл};$$

$$Y_{УСС_MCC} = 0,05 \cdot Y_{вых_MCC} = 0,05 \cdot 58 = 2,9 \text{ Эрл.}$$

Интенсивность исходящей нагрузки рассчитывается по формуле:

$$Y_{ucx_i} = Y_{вых_i} - Y_{УСС_i} - Y_{вн_i},$$

$$Y_{ucx_ATC} = 500 - 25 - 461 = 14 \text{ Эрл};$$

$$Y_{ucx_MCC} = 58 - 2,9 - 16,4 = 38,7 \text{ Эрл}$$

Определим ИН в направлении от АТС к МСС по формуле:

$$Y_{ij} = \frac{Y_{ucx_ATC} \cdot Y_{ucx_MCC}}{\sum_{k=1}^n Y_{ucx_k} - Y_{ucx_i}}, \quad (3.8)$$

$$Y_{ATC_MCC} = 541,8 / 24,7 = 21,9 \text{ Эрл},$$

$$Y_{MCC_ATC} = 21,9 \text{ Эрл}.$$

На основании полученных значений нагрузок составим матрицу телефонных нагрузок.^[1]

Таблица 3.2 Матрица телефонных нагрузок (Эрл)

	А	МС	У
	ТС	С	СС
АТ		21,	25
С		9	
МС	21,		2,9
С	9		

$$Y_{ATC_MCC} + Y_{УСС_MCC} = 21,9 + 2,9 = 24,8 \text{ Эрл} \Rightarrow 25 \text{ соедин. линии}$$

$$\frac{24,8}{30} = 28,79$$

$$28,79 * 2048 = 58961,92 \text{ Мбит/с}$$

Данная нагрузка на ССОП является допустимой.

3.2 Оценивание трафика, генерируемого абонентами МСС

При расчете трафика предоставляемых абонентам услуг используются параметры, основанные на статистических данных, адаптированные к российскому рынку услуг связи. Значения этих параметров приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Значения параметров, используемых при оценке трафика

	Тип сервиса			
	Интернет	IPTV	Игровой сервис	IP телефония
1	2	3	4	5
Интенсивность заявок $\gamma_{аб}$ (выз/с)	0,0000345	0,0000694	0,000023	0,000058
Длительность сеанса связи T_c (с)	0,02	0,065	0,065	100

Рассчитаем математическое ожидание числа пакетов для первого узла:

$$\gamma_i^{(k)} = N_{аб.i}^{(k)} \cdot \gamma_{аб.i}^{(k)} \cdot T_c^{(k)}, \quad (3.9)$$

где i – узел, k – услуга,

$N_{аб.i}^{(k)}$ - количество абонентов k -ой услуги на i -ом узле,

$\gamma_{аб.i}^{(k)}$ - интенсивность заявок, поступивших от абонента k -ой услуги в единицу времени на i -ом узле,

$T_c^{(k)}$ - средняя длительность сеанса связи абонента к -ой услуги в единицу времени.

Для интернет трафика $\gamma_{1(\text{Int.})}=2200 \cdot 0,0000345 \cdot 0,02=0,001518$

Для IP-телефонии $\gamma_{1(\text{IP-тлф})}=2300 \cdot 0,000058 \cdot 100=13,34$

Для IP-телевидения $\gamma_{1(\text{IPTV})}=2000 \cdot 0,0000694 \cdot 1=0,1388$

Для игрового сервиса $\gamma_{1(\text{ИГР})}=900 \cdot 0,000023 \cdot 0,065=0,0013455$

Рассчитаем математическое ожидание числа пакетов, генерируемых абонентами i-ого узла связи.

$$\gamma_{\Sigma i} = \sum_{k=1}^k \gamma_i^{(k)}, \quad (3.10)$$

$$\gamma_{\Sigma 1}=13,48166$$

Распределение пакетов из всего числа пакетов, генерируемых узлом i.

Рассчитаем поток пакетов, замыкаемый на данном узле связи.

$$\gamma_{\text{зам}i} = K_{1i} \cdot \gamma_{\Sigma i} \quad (10)$$

где K_1 – коэффициент замыкания нагрузки на одном узле связи (по статистике $K_1=0,35$)

$$\gamma_{\text{зам}1}=0,35 \cdot 13,48166=7,7186$$

Рассчитаем поток пакетов, генерируемый i-ым узлом к узлам проектируемой сети.

$$\gamma_{\text{выд}i} = K_{2i} \cdot \gamma_{\Sigma i}, \quad (11)$$

где K_2 – коэффициент замыкания нагрузки, генерируемый i-ым узлом к узлам проектируемой сети (по статистике $K_2=0,25$).

$$\gamma_{\text{выд}1}=0,25 \cdot 13,48166=3,3704$$

Рассчитаем долю пакетов, генерируемых i-ым узлом к узлам другой сети.

$$\gamma_{\text{др.с}i} = K_{3i} \cdot \gamma_{\Sigma i}, \quad (12)$$

где K_3 – коэффициент замыкания нагрузки, генерируемый i-ым узлом к узлам другой сети(по статистике $K_3=0,4$).

$$\gamma_{\text{др.с}1}=0,4 \cdot 13,48166=5,39266$$

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Вышеприведенные расчеты характеризуют нагрузку за интервал времени 1 секунда.

Расчет нагрузки за сутки.

Математическое ожидание числа пакетов для первого узла:

$$\gamma_{1(\text{Int.})} = 0,001518 \cdot 86400 = 131,1552$$

$$\gamma_{1(\text{IPтлф})} = 13,34 \cdot 86400 = 1152576$$

$$\gamma_{1(\text{IPTV})} = 0,1388 \cdot 86400 = 11992,32$$

$$\gamma_{1(\text{ИГР})} = 0,0013455 \cdot 86400 = 116,2512$$

Математическое ожидание числа пакетов, генерируемых абонентами i -ого узла связи:

$$\gamma_{\Sigma i} = 13,48166 \cdot 86400 = 1164815,42$$

Поток пакетов, замыкаемый на данном узле связи:

$$\gamma_{\text{зам.}i} = 7,7186 \cdot 86400 = 666887,04$$

Поток пакетов, генерируемый i -ым узлом к узлам проектируемой сети:

$$\gamma_{\text{выд.}i} = 3,3704 \cdot 86400 = 291202,56$$

Доля пакетов, генерируемых i -ым узлом к узлам другой сети:

$$\gamma_{\text{др.с.}i} = 5,39266 \cdot 86400 = 465925,824$$

Анализ существующих сетевых технологий и оценка предполагаемой нагрузки сети подтолкнул к выбору в качестве базовой технологии Ethernet. Практически весь трафик данных генерируется и терминируется в сетях Ethernet/IP, поэтому применение данной технологии на всех участках

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

телекоммуникационной сети приведет к повышению эффективности доставки трафика. Кроме того, выбор обусловлен сравнительно невысокой стоимостью решений на основе Ethernet технологии. [4],[5]

В сети абонентского доступа принято решение использовать FastEthernet, при этом скорость абонентского подключения составляет 100 Мбит/с.

В транспортной сети принято решение использовать GigabitEthernet, скорость передачи трафика – 1Гбит/с.

На рисунке 3.1 представлена схема проектируемой мультисервисной сети. СВЯЗИ.

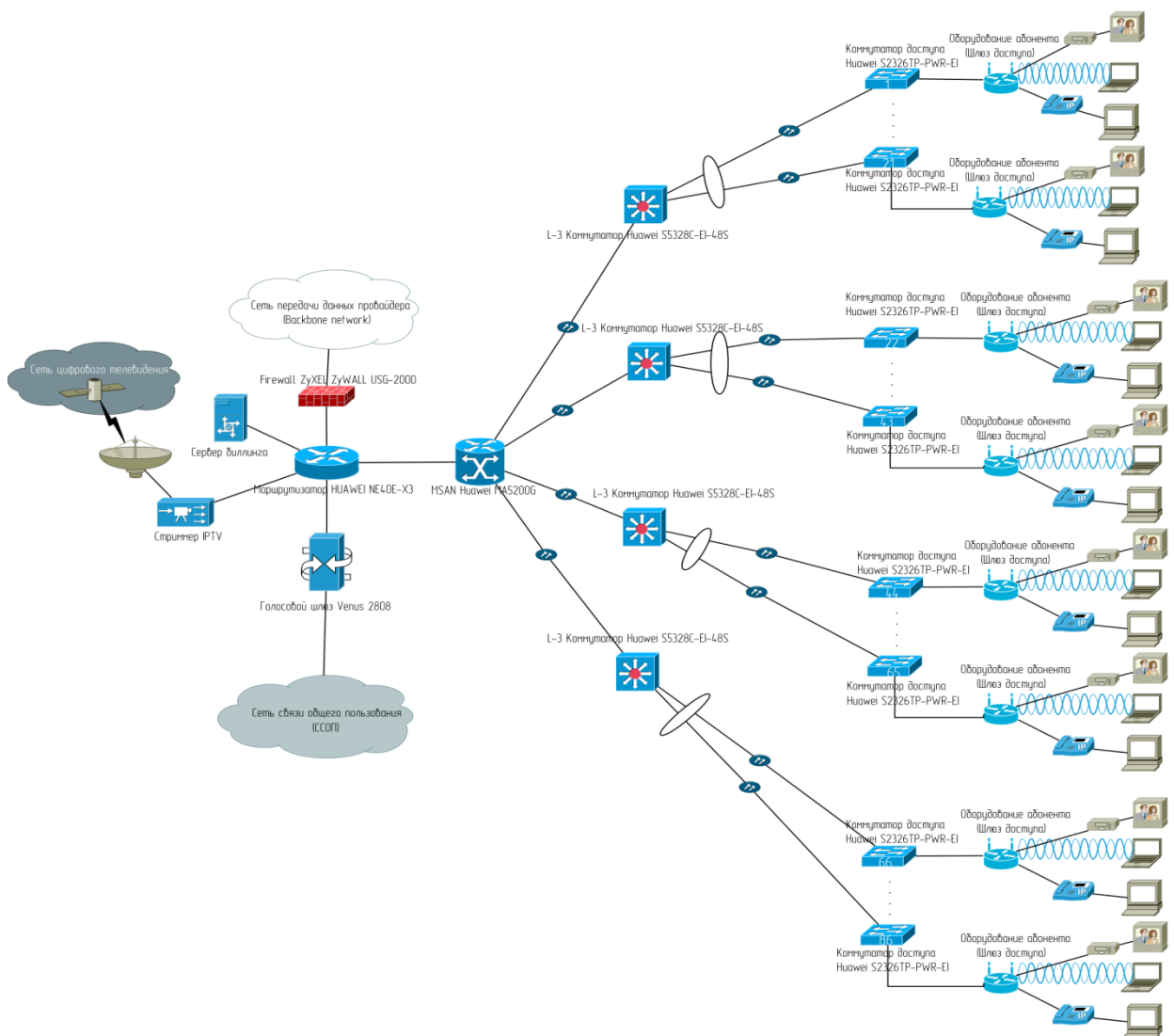


Рисунок 3.1 – Схема проектируемой мультисервисной сети связи

4 ВЫБОР ТИПА ЛИНИИ СВЯЗИ

Как было сказано выше, для проектирования сети связи уместно применить проводную сеть связи, основанной на технологии Ethernet. Данная технология предоставляет выбор медными и оптоволоконными линиями связи.

В этом проекте нужно рассмотреть 3 отрезка линии связи: уровень ядра, уровень агрегации и уровень доступа.

4.1. Линия связи на уровне ядра и уровне агрегации

Возьмем во внимание то, что основная часть затрат складывается именно из строительного-монтажных работ, а показатель волоконно-оптических линий связи по качеству, скорости передачи значительно больше, чем показатели медного кабеля, и с учетом развития проектируемой сети связи, уместным становится выбор волоконно-оптической линии связи на этом участке.

В данной сети связи кабель прокладывается в имеющейся кабельной канализации. Чтобы реализовать данную сеть понадобится 8 км 24 волоконно-оптического кабеля GYTA 24B1. Кабель GYTA имеет 24B1 волокна в лаковом покрытии 250 мкм, расположенных в 4 пластиковых модулях, 6 волокон в каждом. Модули и оболочка оптического кабеля оснащена гидрофобным наполнителем, который предоставляет стабильность оптическим характеристикам волокна. В качестве центрального силового элемента используется стальная проволока. Модули с волокнами скручены вокруг силового элемента.

Кабель имеет броню, представленную алюминиевой лентой, что гарантирует высокую механическую прочность, защиту от грызунов при прокладке кабеля в канализации. Наружная оболочка кабеля устойчива к УФ

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

лучам. Цена за метр составляет 23 руб. Перечень спецификаций кабеля представлен в таблице 5.

Таблица 4.1 – Спецификации волоконно оптического кабеля

Тип волокна	G.652
Затухание (+20 С°) при длине волны 1310нм	≤0.36 дБ/км
Затухание (+20 С°) при длине волны 1550нм	≤0.22 дБ/км
Критическая длина волны оптического волокна	≤1260нм
Количество волокон	24
Модули	4
Диаметр кабеля	10.5 мм
Вес кабеля	118 кг/км
Максимально допустимое растягивающее усилие, постоянное (Н)	1000
Максимально допустимое растягивающее усилие, кратковременное (Н)	3000
Максимально допустимое раздавливающее усилие, постоянное (Н/100мм)	300
Максимально допустимое раздавливающее усилие, кратковременное (Н/100мм)	1000
Радиус изгиба статический / динамический	10D/20D мм

Ситуационная схема трассы прокладки кабеля от ядра сети до микрорайона представлена в приложении А на рисунке 1. На схеме ядро сети обозначено большой русской буквой А. В приложении А на рисунке 2 представлена ситуационная схема трассы прокладки кабеля в жилом комплексе «Четыре Горизонта».

4.2 Линия связи на уровне абонентского доступа

В домах прокладывать волоконно-оптические линии не целесообразно, так как расстояния между элементами сети небольшое, поток данных, передаваемый по этим линиям невелик и оборудование для сопряжения существующих оконечных устройств с оптоволоконными линиями

дорогостоящее, а медный кабель позволяет передавать сигнал с необходимой скоростью и качеством на данном участке сети. Необходимым требованиям проектируемой сети с возможностью передачи выбранного стандарта Fast Ethernet соответствует кабель UTP 5e.

Этот кабель имеет следующие параметры:

- Проводник: оголенный медный провод 0.51 ± 0.01 мм, 24 AWG.
- Изоляция: полиэтилен повышенной плотности, минимальная толщина 0.18 мм.
- Диаметр провода 0.9 ± 0.02 мм.
- Цвет витых пар: синий-белый/синий, оранжевый-белый/оранжевый, зеленый-белый/зеленый, коричневый-белый/коричневый.
- 4 витые пары покрыты ПВХ оболочкой (минимальная толщина оболочки 0.4мм).
- Внешний диаметр кабеля 5.1 ± 0.2 мм.
- Радиус изгиба кабеля: 8х во время инсталляции, 6х при вертикальном каблировании, 4х при горизонтальном каблировании.
- Стандартная упаковка: 18.5 х 37.5 х 36.5 см (Ш х В х Г) - 305 м
- Вес кабеля без упаковки: 9.7 кг.
- Вес кабеля с упаковкой: 10.5 кг.
- Вес 1 км кабеля: 31.8 кг.
- Рабочая температура: $-20^{\circ}\text{C} - +75^{\circ}\text{C}$.
- Огнестойкость: СМ.
- Стандарты: UL444/UL1581, TIA/EIA 568B.2.

В домах используется медный кабель для обеспечения соединений коммутаторов с пользователями. Коммутаторы уровня доступа располагаются в помещениях технических этажей в металлических антивандальных ящиках. В многоэтажных домах, не имеющих технических этажей, антивандальные ящики размещаются на лестничных маршах и площадках верхних этажей. Для реализации сети потребуется 1600 м данного кабеля.

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

Выбор оборудования имеет решающее значение для стадии проектирования сети, а стоимость оборудования является наиболее важной частью стоимости всей сети, и замена оборудования связано не только с дополнительными затратами, но часто трудоемкая работа.

Все оборудование, используемое в проектируемой сети должно быть одним из компаний для того, чтобы избежать проблем с несогласованностью элементов от различных производителей. При выборе производителя оборудования считается наиболее известный и широко компанияю.

5.1 Оборудование уровня ядра

На данном уровне предполагается установить Маршрутизатор HUAWEI NE40E-X3. Данный маршрутизатор представляет собой шасси с 22-мя слотами под карты расширения. Из этих слотов 16 отводятся под платы линейных интерфейсов (LPU), 4 слота под фабрики коммутации (SFU), и 2 слота под платы управления (MPU). Маршрутизатор NE40E-X3 обеспечивает коммутирующую способность 240 Гбит/с и неблокируемую коммутацию для портов общей емкостью до 120 Гбит/с.

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 5.1. Характеристики маршрутизатора NE40E-X3

Характеристика	Описание
Пропускная способность Емкость портов Производительность	Шина 1.35 Тбит/с 240 Гбит/с 120 Гбит/с 150 Mpps
Поддерживаемые интерфейсы	OC-192c/STM-64c POS OC-48c/STM-16c POS OC-12c/STM-4c POS OC-3c/STM-1c POS OC-12c/STM-4c ATM OC-3c/STM-1c ATM OC-192c/STM-64c RPR OC-48c/STM-16c RPR GE RPR Channelized OC-3/STM-1 10GE-WAN/LAN GE/FE E3/T3 E1/T1 CE1/CT1
IPv4	Протоколы маршрутизации Static routing, RIP, OSPF, ISIS, BGPv4

Окончание таблицы 5.1

IPv6	<p>Двойной стек IPv4 & IPv6, IPv6 static route, BGP4+, RIPng, OSPFv3, IS-ISv6, IPv6 neighbor discovery (ND), Path MTU (PMTU) discovery, TCP6, ping IPv6, tracer IPv6, socket IPv6, static IPv6 DNS and specified IPv6 DNS servers, TFTP IPv6 client, IPv6 policy routes, IPv6 over IPv4 tunnel: manual configured tunnel, automatic tunnel, 6to4 tunnel, GRE tunnel, ISATAP tunnel IPv4 over IPv6 tunnel, 6PE</p>
Коммутация Layer 2	IEEE 802.1Q, IEEE802.1ad, IEEE 802.1D, IEEE 802.1w, IEEE 802.1s, Super VLAN
QoS	Multicast
Синхронизация через Ethernet	Поддерживается Ethernet Clock Synchronization, IEEE 1588v2
Архитектура	Интегрированное шасси, устанавливаемое в стандартную стойку 19"
Питание	DC: -48V AC: 110V/220V
Максимальное энергопотребление	900Вт
Размеры (Ш × Г × В)	442мм × 669мм × 168мм
Вес	33кг/53кг (полностью оснащенный DC/ AC) 5.0кг (LPU) 1.5кг (MPU)

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5.2 Оборудование уровня агрегации

Предполагается установить управляемый коммутатор Huawei S5328C-EI-24S (48x100/1000Base-X, 4 Combo GE(10/100/1000 BASE-T).

Таблица 5.2. Характеристики коммутатора S5328C-EI-24S

Производительность переадресации	66 млн. пакетов в сек.
Коммутационная ёмкость интерфейсов	88Гбит/с
Коммутационная ёмкость материнской платы	256Г бит/с
Описание интерфейсов	48 интерфейсов 100/1000Base-X, 4 интерфейса 10/100/1000Base-T Combo, а также 2 интерфейса 10GE XFP или 4 интерфейса 1000Base-X SFP.
Таблица MAC-адресов	Поддержка стандарта IEEE P802.17 Поддержка таблицы MAC-адресов емкостью 32К Поддержка автоматического распознавания и устаревания MAC-адресов Поддерживаются статические и динамические адреса, а также MAC-адреса типа “blackhole”. Поддержка фильтрации пакетов на основе MAC-адреса источника.

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Продолжение таблицы 5.2

<p>VLAN</p>	<p>Поддержка до 4K VLAN</p> <p>Поддержка гостевых и голосовых VLAN</p> <p>Поддержка VLAN на базе MAC-адреса/протокола/IP-подсети/политики</p> <p>Поддержка коммутации VLAN по схеме 1:1 и N:1</p> <p>Поддержка простейшего и выборочного механизма QinQ</p>
<p>Надежность</p>	<p>Поддержка топологии RRPP и RRPP multi-instance</p> <p>Поддержка древовидной топологии Smart Link и Smart Link multi-instance, а также защиты на уровне нескольких миллисекунд</p> <p>Поддержка BFD для OSPF, BFD для IS-IS, BFD для VRRP и BFD для PIM</p> <p>Поддержка STP, RSTP и MSTP</p> <p>Поддержка защиты BPDU, маршрута и шлейфа (loopback).</p>
<p>IP-маршрутизация</p>	<p>Поддержка статических маршрутов, RIP-1, RIP-2, OSPF и ECMP</p>

Продолжение таблицы 5.2

IPv6	<p>Поддержка обнаружения смежных устройств (ND)</p> <p>Поддержка PMTU</p> <p>Поддержка IPv6 Ping, IPv6 Tracert и IPv6 Telnet</p> <p>Поддержка туннельных соединений, конфигурируемых вручную</p> <p>Поддержка туннеля 6to4</p> <p>Поддержка туннелей ISATAP</p> <p>Поддержка ACL на базе адреса IPv6 источника, адреса IPv6 пункта назначения, интерфейса уровня 4 и типа протокола</p>
Многоадресная передача	<p>Поддержка слежения IGMP v1/v2/v3 и механизма быстрого выхода из группы</p> <p>Поддержка широковещательной переадресации в рамках VLAN и распространение многоадресных пакетов в сети VLAN</p> <p>Поддержка балансировки нагрузки многоадресной передачи между связанными интерфейсами</p> <p>Поддержка контролируемой многоадресной передачи</p> <p>Поддержка статистического учета трафика широковещательной передачи по интерфейсам</p> <p>Поддержка IGMP v1/v2/v3, PIM-SM и PIM-DM</p>

Продолжение таблицы 5.2

QoS/ACL	<p>Поддержка ограничения скорости принимаемых и отправляемых пакетов на интерфейсе</p> <p>Поддержка перенаправления пакетов</p> <p>Поддержка контроля трафика по интерфейсам и функции двухскоростной CAR с трехцветной индикацией</p> <p>Поддержка восьми очередей на каждом интерфейсе</p> <p>Поддержка алгоритмов диспетчеризации очередности WRR, DRR, SP, WRR+SP и DRR+SP</p> <p>Поддержка повторного назначения приоритета 802.1p и значения DSCP пакетам</p> <p>Поддержка функции фильтрации пакетов уровней 2 – 4 и функции фильтрации некорректных кадров по MAC-адресу источника, MAC-адресу пункта назначения, IP-адресу источника, IP-адресу пункта назначения, интерфейсу, протоколу и VLAN.</p> <p>Поддержка ограничения скорости очередей и формирование интерфейса</p>
---------	--

Продолжение таблицы 5.2

<p>Безопасность</p>	<p>Поддержка иерархического управления пользователями и защита пароля</p> <p>Поддержка защиты от атак DoS и ARP</p> <p>Поддержка увязывания IP-адреса, MAC-адреса и интерфейса</p> <p>Поддержка изоляции и безопасности интерфейсов</p> <p>Поддержка MAC-адресов типа “черная дыра”</p> <p>Поддержка ограничения количества распознанных MAC-адресов</p> <p>Поддержка аутентификации IEEE 802.1x и ограничения максимального количества пользователей на одном интерфейсе</p> <p>Поддержка различных методов аутентификации, включая AAA, RADIUS и TACACS+</p> <p>Поддержка SSH V2.0</p> <p>Поддержка защиты CPU</p>
---------------------	--

Окончание таблицы 5.2

<p>Управление и техническое обслуживание</p>	<p>Поддержка MFF</p> <p>Поддержка тестирования виртуальных кабелей</p> <p>Поддержка функций OAM для Ethernet (802.3ah и 802.1ag).</p> <p>Поддержка мониторинга интерфейсов и RSPAN</p> <p>Поддержка удаленного конфигурирования и техобслуживания посредством Telnet</p> <p>Поддержка SNMPv1/v2c/v3</p> <p>Поддержка RMON</p> <p>Поддержка системы управления сетью iManager</p> <p>Поддержка HGMP</p> <p>Поддержка системных журналов и иерархии аварийных сигналов</p>
<p>Требования к окружающей среде</p>	<p>Температура: от 0°C до 50°C</p> <p>Относительная влажность: 10%~90% (без конденсации)</p>
<p>Входное напряжение</p>	<p>Номинальное напряжение: 100 ~ 240 В АС; 50/60 Гц</p> <p>Максимальное напряжение: 90 ~ 264 В АС; 50/60 Гц</p>
<p>Размеры (Ш x Г x В)</p>	<p>442×420×43.6</p>
<p>Энергопотребление</p>	<p>62 Вт (устанавливается 2 платы 10GE)</p>

5.3 Оборудование уровня доступа

Предполагается установить коммутатор Huawei S2326TP-PWR-EI (24x10/100 BASE-T ports and 2 Combo GE(100/1000 BASE-T+100/1000 Base-X)).

Таблица 5.3 = Характеристики коммутатора S2326TP-PWR-EI

Емкость переадресации	6.6 млн. пкт/с
Коммутационная емкость интерфейсов	8.8Гбит/с
Описание интерфейсов	S2326TP-E I/PWR-E I: 24 интерфейса 10/100 Base-TX, 2 интерфейса Combo (10/100/1000Base-T или 100/1000Base-X)
Таблица MAC- адресов	Поддержка таблицы MAC-адресов емкостью 8К Добавление и удаление записи из таблицы MAC-адресов вручную Установка срока действия MAC-адресов Отключение распознавания MAC-адресов на определенном интерфейсе или группе агрегирования. Поддержка лимитирования распознавания MAC-адреса на интерфейсе. Поддержка MAC-адресов типа “черная дыра”.

Продолжение таблицы 5.3

<p>Функции VLAN</p>	<p>Поддержка максимум 4K VLAN в соответствии с требованиями IEEE 802.1Q</p> <p>Поддержка VLAN на базе интерфейса</p> <p>Поддержка VLAN на базе MAC-адреса</p> <p>Поддержка простейшего QinQ</p> <p>Поддержка коммутации 1:1 VLAN</p> <p>Поддержка коммутации N:1 VLAN</p>
<p>QoS</p>	<p>Поддержка лимитирования интерфейсов и потоков</p> <p>Поддержка 4 очередей с различным приоритетом на каждом интерфейсе</p> <p>Поддержка алгоритмов SP, WRR и SP+WRR</p> <p>Поддержка организации очередности пакетов на базе приоритета 802.1p</p> <p>Поддержка классификация трафика на базе MAC-адреса источника, MAC-адреса пункта назначения, IP-адреса источника, IP-адреса пункта назначения, интерфейса уровня 4, типа IP-протокола, VLAN, типа протокола Ethernet и CoS.</p> <p>Поддержка маркировки и перенаправления пакетов по потокам</p>

Продолжение таблицы 5.3

<p>Функции IPv6</p>	<p>Поддержка хостов IPv6 Конфигурирование статических маршрутов Поддержка IPv6 ACL Поддержка слежения MLD.</p>
<p>Многоадресная передача</p>	<p>Поддержка слежения IGMPv1/v2c/v3 Поддержка балансировки нагрузки многоадресной передачи на интерфейсах “trunk” Поддерживается ограничение количества широковещательных пакетов и сбор статистики трафика интерфейсов</p>
<p>Зеркалирование интерфейсов</p>	<p>Поддержка зеркалирования интерфейсов по схеме 1:1 или N:1 Поддержка зеркалирования потока</p>
<p>Молниезащита</p>	<p>Все интерфейсы поддерживают защиту от молнии 6 КВ и 15 КВ, при условии, что установлен дополнительный грозозрядник.</p>

Продолжение таблицы 5.3

<p>Управление</p>	<p>Поддержка автоматического конфигурирования</p> <p>Конфигурирование при помощи командной строки</p> <p>Поддержка конфигурирования посредством Telnet</p> <p>Поддержка SNMPv1/v2c/v3.</p> <p>Поддержка RMON</p> <p>Поддержка HGMPv2</p> <p>Поддержка SSHv2</p> <p>Поддержка WEB NMS</p>
<p>Требования к окружающей среде</p>	<p>Температура: от 0°C до 50°C</p> <p>Относительная влажность: 10%~90% (без конденсации)</p>
<p>Электропитание</p>	<p>Номинальное напряжение: 100 - 240 В AC; 50/60 Гц</p> <p>Максимальное напряжение: 90 - 264 В AC; 50/60 Гц</p>
<p>Размеры (ширина x глубина x высота)</p>	<p>442 x 420 x 43.6</p>
<p>Вес</p>	<p>< 3.99 кг (специальный модуль электропитания)</p>

Окончание таблицы 5.3

Энергопотребление	Макс. энергопотребление в полной загрузке: 391.73Вт Мощность на выходе PoE 370Вт
-------------------	---

5.4 Шлюз контроля доступа

В качестве шлюза контроля доступа выбран шлюз компании HUAWEI TECHNOLOGIES - MA5200G, функционирующий как высокопроизводительный шлюз с большой емкостью мультисервисной базовой сети.

MA5200G расположен на уровне конвергенции или на уровне доступа сети, предназначен для управления пользователями и управления безопасностью. MA5200G обычно функционирует в качестве шлюза аутентификации, авторизации и учета (AAA) для IP-доступа. MA5200G также работает как шлюз обеспечения безопасности и предоставления услуг в сети городского масштаба (MAN). MA5200G – это узел управления услугами и контроля в мультисервисной базовой сети. Данное оборудование предоставляет широкополосный доступ и выделенные каналы для услуг VPN, а также поддерживает сети следующего поколения (NGN) и услуги динамического сервисного шлюза (DSG).

Пропускная способность объединительной панели MA5200G-2/4/8: 64/256/256 Гбит/с. Емкость коммутации системы соответственно: 16/256/256 Гбит/с. MA5200G-2/4/8 предоставляет 2/4/8 слота для линейных плат, и до 1 10GE, 4 GE, 32 FE, 16 ATM 155M, 4 ATM 622M, 4 POS 155M, 2 POS 622M, 1 POS 2.5G на плату, поддерживает 32,000/64,000/64,000 одновременных сеансов соответственно. В двух словах, оборудование серии MA5200G имеет большую

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

емкость и интерфейсы высокой плотности, удовлетворяет требованиям по емкости и наращиванию при создании готовой к эксплуатации сети N-Play.

Каждая плата поддерживает скорость переадресации, по меньшей мере, 3 миллиона пакетов в секунду. Скорость переадресации всего MA5200G-2/4/8 может достигать 6/36/48 миллионов пакетов в секунду. MA5200G поддерживает большое количество протоколов маршрутизации, например статическая маршрутизация, RIPv1/v2, OSPF, BGP, IS-IS, PIM-SM, PIM-DM, PIM-SSM и IGMPv1/v2/v3, а также различные протоколы туннелирования, такие как L2TP и MPLS VPN. Таблица маршрутизации может включать до 1 миллиона записей.

Оборудование MA5200G предоставляет совершенные функции обеспечения безопасности, например идентификация, предотвращение подмены адресов и защиты от внешних атак, посредством использования аутентификации, ACL и защиты ресурсов. Технология контроля привязки пакетов позволяет проверять заголовок каждого пакета в процессе аутентификации пользователей, с целью определения соответствует ли логический порт (физический порт + VLAN ID) +MAC+IP+PPPoE авторизованной сессии. Все пакеты, не соответствующие данному условию будут отброшены. Таким образом, система способна полностью предотвратить все виды попыток несанкционированного проникновения и гарантирует основную сетевую безопасность.

MA5200G может осуществлять управление, как пользователями, так и обслуживанием. Пользователи получают доступ к сети через Ethernet, xDSL, WLAN, WiMAX или PON.

5.5 Мультисервисный маршрутизатор

Мультисервисный Интернет-маршрутизатор Huawei AR3200 предоставляет широкий набор сервисов для организации удаленных

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

подключений. Модульная архитектура маршрутизатора позволяет быстро подобрать оптимальную конфигурацию устройства, выбрав необходимый модуль с любым типом подключения, начиная от ISDN , синхронных /асинхронных серийных портов, dial-up/выделенных линий, E1, оптического/медного Ethernet , широкополосных подключений по телефонным линиям, и передачи голоса и данных. Эффективность цена/функциональность достигается за счет получения любого необходимого интерфейса заменой модуля, а не всего устройства.

Маршрутизатор обеспечивает безопасный доступ к Internet, Intranet, и Extranet с помощью VPN подключения, защиты межсетевым экраном, а также поддержкой VLAN. Для организации удаленного доступа поддерживается широкий набор протоколов глобальных сетей, включая X.25, Frame Relay, SLIP, и PPP. Взаимозаменяемые интерфейсные карты WAN позволяют легко добавлять или изменять поддержку той или иной WAN технологий без необходимости менять маршрутизатор целиком.

Модульная архитектура позволяет комбинировать сервисы передачи данных/голоса и приспособить маршрутизатор под решение актуальных задач. Широкий набор интерфейсных карт и модулей включает Fast Ethernet, асинхронные серийные порты, синхронные/асинхронные порты, ISDN BRI и ISDN PRI. Программное обеспечение всех мультисервисных маршрутизаторов D-Link предоставляет набор средств для обеспечения безопасности, включая поддержку функций межсетевого экрана, таких как ACL, а также NAT, VPN L2TP, GRE, IPSec и аутентификацию. Другие функции безопасности реализованы на основе RADIUS, PAP, CHAP, TACAS+, и обратный звонок PPP.

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5.6. Шлюз VoIP

Голосовой шлюз Venus 2808 позволяет обеспечить конвергенцию традиционной телефонии и сети Internet. Шлюзы Venus являются удобным и гибким решением при создании IP-телефонии для операторов связи при проектировании и расширении собственных сетей доступа. Шлюзы Venus полностью совместимы с оборудованием ведущих производителей softswitch такими как: Протей, Мера, Verso, Nuera, Cirpack, Sonus, Lucent, Alcatel, Huawei. Вся серия шлюзов Venus обладает возможностями перевода звонков, ожидания вызова, удержания и перенаправления вызова и т.д. Во все шлюзы Venus встроен маршрутизатор. В соответствии со стандартом E911 шлюз Venus 2808 имеет встроенный порт для подключения к ССОП. Удобство управления шлюзами достигается за счет возможности быстро и удобно объединять все устройства Venus в единую сеть мониторинга благодаря системе управления Tainet UNMS, а также благодаря подключению к шлюзам через telnet и SNMP, обновлению ПО и конфигураций через TFTP сервер.

За последние несколько лет активных продаж на российском рынке VoIP шлюзы серии Venus показали исключительную надежность в различных условиях эксплуатации, а именно: защита от перегрева благодаря наличию встроенных вентиляторов охлаждения, отсутствие зависания самого шлюза, а также его отдельных портов благодаря отлаженному программному обеспечению.

VoIP шлюз Venus 2808 является уникальным предложением на рынке среди аналогичных многопортовых решений других производителей, благодаря очень низкой стоимости и надежной работе аппаратной платформы и программного обеспечения.

Отличное соотношение цена/качество делает VoIP шлюзы серии Venus 2808 идеальным решением для клиентов, желающих получить полную совместимость с существующим оборудованием, техническую поддержку на

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

русском языке, надежную работу и небольшую стоимость. Venus 2808 может выступать в роли шлюза передачи голоса поверх IP (VoIP) или мультисервисного концентратора доступа и VoIP.

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

6 РАСЧЕТ ОБЪЕМА ОБОРУДОВАНИЯ И ЛИНЕЙНО-КАБЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

6.1 Оценка капитальных вложений в проект

К капитальным можно отнести все затраты, осуществляемые на начальном этапе строительства сети, и имеющие единовременный характер. Сюда входят все затраты, необходимые для запуска системы в работу. Чтобы рассчитать капитальные вложения для данного проекта составим смету затрат на используемое оборудование и расходные материалы, составляющие инвестиции в проект.

Инвестиции в оборудование и на дальнейший ввод оборудования в эксплуатацию складываются из следующих составляющих:

1. стоимость кабеля;
2. установка и монтаж оборудования;
3. стоимость оборудования;
4. прокладка кабеля в канализации;
5. прочие непредвиденные расходы.

Коммутатор доступа S2326TP-PWR-EI дает возможность подключать до 24 абонентов, следовательно для подключения 2064 абонентов проживающих в многоэтажных домах по технологии FTTH, требуется 86 коммутаторов.

Коммутаторы агрегации S5328C-EI-48S могут подключать до 48 коммутаторов доступа. Чтобы обеспечить абонентов заявленной скоростью 8 Мбит/с к коммутаторам агрегации будут подключаться до 24 коммутаторов доступа. Следовательно, для подключения 86 коммутаторов доступа требуется 4 коммутатора агрегации.

Расчет капитальных вложений на оборудование и ввод в эксплуатацию линейно-кабельных сооружений представлен в таблице 6.1.

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 6.1 - Затраты на приобретение оборудования

Наименование	Кол-во единиц	Стоимость (руб.)	
		За единицу	Всего
Маршрутизатор HUAWEI NE40E-X3	1	1 386 000	1 386 000
Коммутатор Huawei S5328C-EI-48S	4	32 456	129 824
Коммутатор Huawei S2326TP-PWR-EI	86	18 457	1 587 302
MSAN Huawei MA5200G	1	93 700	93 700
Firewall ZyXEL ZyWALL USG-2000	1	212 100	212 100
Мультисервисный Интернет-маршрутизатор Huawei AR3200	1	29 300	29 300
Голосовой шлюз Venus 2808	1	22 150	22 150
Итого			3 480 376

Таблица 6.2 – Затраты на приобретение оборудования на строительство и ввод в эксплуатацию линейно-кабельных сооружений

Наименование	Кол-во единиц	Стоимость (руб.)	
		За единицу	Всего
Кабель ОКСТЦ , м	19 400	36	698 400
Кабель UTP4 C5E-SOLID-GX, м	1 600	6	9 600
Итого			708 000
Антивандалные ящики	71	1 250	88 750
Муфта МТОК 96Т1	34	2 800	95 200
Стоимость СМР по прокладке в кабельной канализации	19 700	127	2 501 900

Окончание таблицы 6.2

Затраты на монтажные работы в зданиях			320 000
Итого			3 005 850

Стоимость строительно-монтажных работ (СМР) по прокладке кабеля определяется по формуле:

$$C_{\text{смр}} = L_{\text{к}} * 127 \text{руб./м}, \quad (6.1)$$

где $L_{\text{к}}$ – длина кабеля;

127 руб – стоимость СМР 1 м кабеля

$$C_{\text{смр}} = 19700 * 127 = 2\,501\,900 \text{руб.}$$

Капитальные затраты на строительство линейно-кабельных сооружений рассчитываются по формуле:

$$K_{\text{ЛКС}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{тр}} + K_{\text{смр}} + K_{\text{т/у}} + K_{\text{зср}} + K_{\text{пнр}}, \quad \text{руб} \quad (6.2)$$

где $K_{\text{пр}}$ – затраты на приобретение кабельной продукции;

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

$K_{\text{смр}}$ – строительно-монтажные расходы (100% от $K_{\text{пр}}$);

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

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

$K_{\text{пнр}}$ – прочие непредвиденные расходы (3% от $K_{\text{пр}}$).

$$K_{\text{ЛКС}} = (1 + 0,04 + 1 + 0,005 + 0,012 + 0,03) \cdot 708\,000 = 1477596$$

Общие капитальные затраты на реализацию проекта рассчитываются по формуле:

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$K = K_{\text{обор}} + K_{\text{лкс}}, \text{ руб.} \quad (6.3)$$

$$K = 3480376 + 1477596 = 4957972$$

Общий планируемый объем инвестиций на строительство линейно-кабельных сооружений составляет 4957972 руб.

Капитальные затраты на оборудование рассчитываются по формуле:

$$K_{\text{обор}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{тр}} + K_{\text{смр}} + K_{\text{т/у}} + K_{\text{зсп}} + K_{\text{пнр}}, \text{ руб} \quad (6.4)$$

где $K_{\text{пр}}$ – затраты на приобретение оборудования;

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

$K_{\text{смр}}$ – строительно-монтажные расходы (100% от $K_{\text{пр}}$);

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

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

$K_{\text{пнр}}$ – прочие непредвиденные расходы (3% от $K_{\text{пр}}$).

$$K_{\text{обор}} = (1 + 0,04 + 1 + 0,005 + 0,012 + 0,03) \cdot 3480376 = 7263544,71$$

Общий планируемый объем инвестиций (капитальных вложений) в проект составляет:

$$KB = 4957972 + 7263544,71 = 12221516,71 \text{ руб.}$$

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

7 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕАЛИЗАЦИИ СЕТИ

7.1 Рекомендации по установке оборудования в домах

В проектируемой сети реализуются две технологии доступа: FTTB, т.е. с доведением оптического кабеля до здания.

Коммутаторы в домах необходимо располагать таким образом, чтобы максимально возможно защитить их от посторонних лиц. При выборе места расположения оборудования необходимо согласовать вопросы расположения и подключения с соответствующими инстанциями. Коммутаторы уровня доступа располагаются в помещениях технических этажей в металлических антивандальных ящиках. В пятиэтажных домах, не имеющих технических этажей, антивандальные ящики размещаются на лестничных маршах и площадках верхних этажей. Технический этаж должен закрываться на замок, доступ к нему должен иметь только технический персонал. Коммутатор располагается вблизи с электрическими розетками.

Коммутаторы на этажах располагаются так, чтобы сократить максимальную длину кабеля от коммутатора к абоненту. При этом необходимо предусмотреть расположение коммутатора вблизи розетки, для обеспечения питания. Коммутаторы подвешиваются на последнем этаже, либо на тех. этаже если имеется отдельное помещение, на стене на расстоянии не менее 1.5 метров от пола в защитном коробе, который закрывается, с целью защитить оборудование от вандалов.

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

8 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

8.1 Капитальные вложения

Капитальные вложения представляют собой смету затрат на реализацию проекта и включают в себя все необходимое коммуникационное оборудование (коммутаторы, маршрутизаторы, модемы, абонентские платы), линию связи (кабель, либо стоимость аренды виртуального канала, стоимость аренды частотного ресурса), стоимость лицензионного программного обеспечения и т.д.

Общие капитальные вложения на приобретение оборудования могут быть вычислены по формуле:

$$K_{об} = \sum_{i=1}^N K_i, \text{ руб} \quad (8.1)$$

Таблица 8.1 – Смета затрат на приобретение оборудования

Наименование	Кол-во единиц	Стоимость (руб)	
		за единицу	всего
1	3	4	5
Маршрутизатор HUAWEI NE40E-X3	1	1 386 000	1 386 000
Коммутатор Huawei S5328C-EI-48S	4	32 456	129 824
Коммутатор Huawei S2326TP-PWR-EI	86	18 457	1 587 302
MSAN Huawei MA5200G	1	93 700	93 700
Firewall ZyXEL ZyWALL USG-2000	1	212 100	212 100

Продолжение таблицы 8.1

Мультисервисный Интернет-маршрутизатор Huawei AR3200	1	29 300	29 300
Голосовой шлюз Venus 2808	1	22 150	22 150
Кабель ОКСТЦ, м	19 400	36	698 400
Кабель UTP4 C5E-SOLID-GX, м	1 600	6	9 600
Антивандалные ящики	71	1 250	88 750
Муфта МТОК 96Т1	34	2 800	95 200
Итого:			4 352 326

[электронный ресурс] URL: <http://www.flylink.ru/cabling-systems/optical-fiber-price>

Общие затраты на прокладку кабеля составят:

$$K_{каб} = L * Y \quad (8.2)$$

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

$$K_{каб} = L * Y = 19700 * 127 = 2501900$$

Таким образом, общие капитальные вложения рассчитываются как:

$$KB = K_{об} + (K_{пр} + K_{тр} + K_{смп} + K_{м/у} + K_{зср} + K_{нпр})K_{об} + K_{каб}, \text{ руб} \quad (8.3)$$

$$KB = 4352326 + 4352326 * (0.04 + 0.2 + 0.03 + 0.012 + 0.005) + 2501900 = 5000135,124 \text{ руб}$$

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

8.2 Калькуляция эксплуатационных расходов

Для расчета годового фонда заработной платы необходимо определить численность штата производственного персонала. Данное оборудование не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала на всех узлах сети. Рекомендуемый состав персонала по обслуживанию стационарного оборудования приведен в таблице

Таблица 8.2 – Состав персонала по обслуживанию оборудования

Наименование должности	Оклад	Количество, чел.	Сумма з/п, руб.
Ведущий инженер	50 000	1	50 000
Инженер 1 кат.	40 000	2	80 000
Инженер-программист.	35 000	1	35 000
Монтажник	30 000	2	60 000
Электромеханик	25 000	1	25 000
Итого:		7	250 000

Годовой фонд оплаты труда будет составлять:

$$\text{ФОТ} = \text{СЗП} * (12 + 1.04 + 1.25), \quad (8.4)$$

где СЗП – сумма заработной платы;

12 – количество месяцев в году;

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

1,25 – размер премии (25 %);

$$\Phi OT = CZП * (12 + 1.04 + 1.25) = 250000 * (12 + 1.04 + 1.25) = 3572500, \text{руб} \quad (8.5)$$

8.3 Страховые взносы

Страховые взносы составляют 30 % от ФОР и рассчитывается по формуле:

$$CB = \Phi OT * 0,3, \text{руб} \quad (8.6)$$

$$CB = 3572500 * 0,3 = 1071750, \text{руб} \quad (8.7)$$

8.4 Амортизационные отчисления

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

Амортизационные отчисления рассчитываются по формуле:

$$AO = T / F, \text{руб} \quad (8.8)$$

где T – стоимость оборудования,

F – срок службы этого оборудования.

$$AO = 3480376 / 10 = 348037.6, \text{руб} \quad (8.9)$$

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

8.5 Материальные затраты

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

Затраты на оплату электроэнергии определяются в зависимости от мощности стационарного оборудования:

$$Z_{эн} = T * 24 * 365 * P \quad (8.10)$$

где $T = 3$ руб./кВт час – тариф на электроэнергию;

$P = 9,6$ кВт - мощность установок.

Тогда, затраты на электроэнергию составят

$$Z_{эн} = 3 * 24 * 365 * 9,6 = 252288, \text{ руб.} \quad (8.11)$$

Затраты на материалы и запасные части составляют 3,5% от основных производственных фондов и определяются по формуле:

$$Z_{мв} = KB * 0,035 \quad (8.12)$$

где KB – капитальные вложения, затраты на оборудование.

В итоге материальные затраты составляют:

$$Z_{мв} = 5000135 * 0,035 = 175004, \text{ руб.} \quad (8.13)$$

Таким образом, общие материальные затраты равны

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Z_{\text{общ}} = Z_{\text{эн}} + Z_{\text{мз}} \quad (8.14)$$

где $Z_{\text{эн}}$ – затраты на оплату электроэнергии; $Z_{\text{м}}$ – материальные затраты.

$$Z_{\text{общ}} = 252288 + 175004 = 427292, \text{ руб.} \quad (8.15)$$

8.6 Прочие расходы

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

$$Z_{\text{пр}} = \text{ФОТ} * 0,15 \quad (8.16)$$

$$Z_{\text{эк}} = \text{ФОТ} * 0,25 \quad (8.17)$$

где ФОТ – годовой фонд оплаты труда.

Подставив значения в формулы (10) и (11), получаем

$$Z_{\text{пр}} = 3572500 * 0,15 = 535875, \text{ руб.} \quad (8.18)$$

$$Z_{\text{эк}} = 3572500 * 0,25 = 893125, \text{ руб.} \quad (8.19)$$

Таким образом, вычислим прочие расходы:

$$Z_{\text{эк}} = 535875 + 893125 = 1429000, \text{ руб.} \quad (8.20)$$

Результаты расчета годовых эксплуатационных расходов сведем в таблицу 8.3

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 8.3 – Результаты расчета годовых эксплуатационных расходов

Наименование затрат	Сумма затрат, руб.	Удельный вес статей, %
1. ФОТ	3 572 500	52
2. Страховые взносы	1 071 750	16
3. Амортизационные отчисления	348 037	5
4. Материальные затраты	427 292	6
5. Прочие расходы	1 429 000	21
ИТОГО	6 848 579	100

8.7 Калькуляция доходов

Таблица 8.4 – Количество подключаемых абонентов в определенный период времени (год)

Год	Абоненты Физические лица	- Абоненты Юридические лица	- Общее количество подключаемых абонентов
1	413	0	413 (20% от общего - 2064)
2	413	0	413 (25% от оставшихся 1651)
3	291	0	291 (23,5% от оставшихся 1238)

4	237	0	237 (25% от оставшихся 947)
5	176	0	176 (25% от оставшихся 710)
6	107	0	107 (20% от оставшихся 534)
7	214	0	214 (50% от оставшихся 427)
8	213	0	213 (100% от оставшихся 213)

В таблице 8.5 предоставлены цены предоставляемых услуг ПАО «Ростелеком».

Таблица 8.5 – Цены предоставляемых услуг связи ООО «Ростелеком»

Услуги	Телефонная связь	Интернет			Телевидение
		До 60 мБит/с	До 100 мБит/с	До 200 мБит/с	
Цена, руб/м	240	490	590	790	320

Ссылка <https://spb.rt.ru/hometv/tariff>

В таблице 8.6 представлены тарифы для юридических и физических лиц, т.е. оплата подключения и использование различных услуг.

Таблица 8.6 – Тарифы для абонентов

Наименование предоставляемых услуг	Стоимость, руб.
IP-телефония	200
Доступ к сети Интернет, 100 мБит/с	500
IP- TV	500

Подразумевается, что из 100% имеющих доступ к сети Интернет только 75% подключили услугу IP-телефония и IP-TV. В таблице 8.6 представлены Доходы в результате подключения абонентов и предоставления услуг по годам.

Таблица 8.7 – Доходы от подключения абонентов и предоставления услуг по годам

Год	Количество абонентов	Доход, руб.	
		Суммарный за месяц	Суммарный за год
1	2	3	4
1	413	423500	5082000
2	413	423500	5082000
3	291	298800	3585600
4	237	243100	2917200

Окончание таблицы 8.7

5	176	180400	2164800
6	107	110200	1322400
7	214	219700	2736400
8	213	218500	2622000

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЕКТА

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

Для оценки срока окупаемости можно воспользоваться принципом расчета чистого денежного дохода (NPV), который показывает величину дохода на конец *i*-го периода времени. Данный метод основан на сопоставлении величины исходных инвестиций (IC) с общей суммой дисконтированных чистых денежных поступлений (PV) за весь расчетный период. Иными словами этот показатель представляет собой разность дисконтированных показателей доходов и инвестиций, рассчитывается по формуле (9.1):

$$NPV = PV - IC \quad (9.1)$$

где PV – денежный доход, рассчитываемый по формуле (9.2); IC – отток денежных средств в начале *n*-го периода, рассчитываемый по формуле (8.3).

$$PV = \sum_{n=0}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} \quad (9.2)$$

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

$$IC = \sum_{n=0}^m \frac{I_n}{(1+i)^n} \quad (9.3)$$

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

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В формулах (8.22) и (8.23) $n=0$, так как 0 год это год на ввод сети в эксплуатацию. В этот год доходы отсутствуют, а присутствуют только затраты на закупку оборудования и оплату годовых расходов.

Ставка дисконта — это ожидаемая ставка дохода на вложенный капитал в сопоставимые по уровню риска объекты инвестирования на дату оценки.

Используемая ставка дисконта составляет приблизительно 8 %.

Нулевым годом считается год реализации проекта.

Параметр P показывает доход, полученный за текущий год. Не стоит забывать, что в таблице 24 приведены доходы от конкретного количества абонентов, которые были подключены за год, т.е. без учета уже имеющихся абонентов. Таким образом, чтобы вычислить доход, например за 2 год, необходимо суммировать доход от подключения абонентов на 2 году и доход от абонентской платы за год (для абонентов подключенных именно во втором году), а также прибавить доход от абонентской платы для абонентов, которые были подключены до этого года, но НЕ включать стоимость подключения. Т.е.:

$$P_i = P_{подкл(i)} + P_{аб(i)} + \sum_{i=2}^T P_{подкл(i-1)} - P_{аб(i-1)} \quad (9.4)$$

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

В таблице 9.1 приведены расчеты NPV для проекта

Таблица 9.1 – Оценка экономических показателей проекта с учетом дисконта

Год	P	PV	I	IC	NPV
1	2	3	4	5	6
0	0	0	5000135	5000135	-5000135
1	5082000	4705556	6848579	11341412	-6635856

Окончание таблицы 9.1

2	10164000	13419548	6848579	17212965	-3793417
3	13749600	24334424	6848579	22649588	1684836
4	16666800	36585020	6848579	27683499	8901521
5	18831600	49401491	6848579	32344527	17056964
6	20154000	62101930	6848579	36660294	25441636
7	22790400	75399910	6848579	40656375	34743535
8	25412400	89129440	6848579	44356450	44772990
9	25412400	101841967	6848579	47782445	54059522
10	25412400	113612826	6848579	50954663	62658163

Как видно из приведенных в таблице(9.1) 24 рассчитанных значений, проект окупится на 3 году эксплуатации, так как в конце 3 года мы имеем положительный NPV.

Срок окупаемости (PP) – показатель, наиболее часто принимаемый в аналитике, под которым понимается промежуток времени от момента начала реализации проекта до того момента эксплуатации объекта, в который доходы от эксплуатации становятся равными первоначальным инвестициям.

Показатель срока окупаемости без учета фактора времени применяется в том случае, когда равные суммы доходов, полученные в разное время, рассматриваются равноценно. Срок окупаемости с учетом фактора времени – показатель, характеризующий продолжительность периода, в течение которого сумма чистых доходов дисконтированных на момент завершения инвестиций, равных сумме инвестиций.

Точный срок окупаемости можно рассчитать по формуле:

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$PP = T + |NPV_{n-1}| / (|NPV_{n-1}| + NPV_n) \quad (9.5)$$

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.

$$PP = 3 + 3793417 / (3793417 + 1784836) = 3,69 \text{ года} \quad (9.6)$$

Исходя из этого, срок окупаемости, отсчитанный от начала операционной деятельности (конец нулевого года), составляет 5,56 года.

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

$$PI = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} / \sum_{n=1}^m \frac{I_n}{(1+i)^{n-1}} \quad (9.7)$$

$$PI = 36585020 / 27683499 = 1,32 \quad (9.8)$$

Так как $PI > 1$, то проект следует принимать. Индекс PI следует рассчитывать для момента, когда проект окупается. Если необходимо вычислить рентабельность в %, то необходимо из PI вычесть 1.

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

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

$$IRR > i \quad (9.9)$$

где i – ставка дисконтирования.

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

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1) \quad (9.10)$$

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

Расчет внутренней нормы доходности будет иметь вид:

$$IRR = 8 + 1684836 / (1684836 + 84920) * (23 - 8) = 22,28 \quad (9.11)$$

Таким образом, внутренняя норма доходности проекта составляет 22,28 %, что больше цены капитала, которая рассматривается в качестве 8%, таким

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

образом, проект следует принять. В случае если, $IRR < I$ проект нецелесообразен для реализации.

В заключении производится оценка капитальных вложений в предлагаемый проект и калькуляция эксплуатационных расходов. Определен общий дохода от реализации проекта, рассчитаны основные оценочные показатели проекта, характеризующие финансовый уровень решения задач. Рассчитанные технико-экономические показатели на конец расчетного периода сведены в таблицу 8.8.

Таблица 9.2 – Основные технико-экономические показатели проекта

Показатели	Численные значения
Количество абонентов, чел	2064
Капитальные затраты, руб	5000135,124
Ежегодные эксплуатационные расходы, руб, в том числе:	6 848 579
Фонд оплаты труда	3 572 500
Страховые взносы	1 071 750
Амортизационные отчисления	348 037
Общие производственные расходы	333000
Внутренняя норма доходности (IRR)	22,28
Индекс рентабельности (PI)	32%
Срок окупаемости, год	3,69 лет

Анализ технико-экономических показателей проекта свидетельствует о достаточной степени эффективности принятых проектных решений и подтверждает их экономическую обоснованность. Индекс рентабельности обладает достаточно приемлемым показателем (32%). Исходя из показателей ежегодных эксплуатационных расходов, страховых взносов, амортизационных отчислений, а так же внутренней нормы доходности, индекса рентабельности,

капитальных затрат на данный жилой комплекс, срок его окупаемости показывает достаточно приемлемый показатель.

Срок окупаемости жилого комплекса «Четыре Горизонта» г. Санкт-Петербург составляет 3,69 лет, что говорит о том, что расходы очень быстро себя оправдают.

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С активным развитием мультисервисных сетей становится важным вопрос об их квалифицированной разработке. Ведь от грамотного создания проекта сети зависит эффективность ее дальнейшего функционирования.

В дипломном проекте в результате проделанной работы была спроектирована мультисервисная сеть для жилого комплекса «Четыре Горизонта» города Санкт-Петербург. Изучены современные технологии предоставления услуг связи, в результате чего выбрана оптимальная, с точки зрения количества предоставляемых услуг и соотношения цена-качество, на основе которой и была спланирована сеть.

Результатом проектирования явилась схема мультисервисной сети связи жилого комплекса «Четыре Горизонта» города Санкт-Петербург. Общее количество абонентов составляет 2064. Данная сеть организована на базе технологии Ethernet. В результате разработана такая сеть, которая обеспечивает передачу всех видов информации (данные, голос, видео) с учетом перспектив развития современных информационных технологий. Кроме того, данная сеть обеспечивает интеграцию и работоспособность всех элементов и систем.

В результате выполнения проекта был проведен анализ различных видов технологий. Главными показателями выбора технологии явились соотношение цены/качества технологии, простота реализации, возможность расширения.

В качестве коммутационного оборудования было решено выбрать оборудование одной фирмы-производителя, во избежание проблем с сопряжением. В результате анализа возможных компаний, руководствуясь наилучшим соотношением цена/качество, принято решение - выбрать оборудование фирмы Huawei Technologies.

При проектировании были рассчитаны капитальные затраты на реализацию проекта, которые складывались из затрат на приобретение оборудования и строительство кабельных сооружений, а также рассчитаны годовые эксплуатационные расходы, определены оценочные и технико-экономические показатели проекта. В результате можно сделать вывод о том,

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

что разрабатываемая мультисервисная сеть связи жилого комплекса «Четыре Горизонта» города Санкт-Петербург экономически эффективна по эксплуатационным затратам и окупится через достаточно оптимальный срок - 3 года и 6 месяцев.

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Принципы построения и методы оценки надежности мультисервисных сетей связи [текст] / Г. Н. Кузьменко, В. В. Кузнецов, С. М. Чудинов. – М.: Издательство, 2005. – 194с.
2. Убайдуллаев, Р. Р. Волоконно-оптические сети [текст] / Р. Р. Убайдуллаев. – М.: Эко-Трендз, 2001. – 267 с.
3. Технологии ADSL и VDSL [текст]/Горальски В. - М.: Лори, 2000. - 320с.
4. Мардер Н.С. Современные телекоммуникации. – М. ИРИАС., 2006 – 384 с.
5. Филимонов, А. Ю. Построение мультисервисных сетей Ethernet [текст] / А. Ю. Филимонов. – СПб.: БХВ – Петербург, 2007. – 592 с.
6. В. В. Величко, Е. А. Субботин, В. П. Шувалов, А. Ф. Ярославцев. Телекоммуникационные системы и сети. Том 3. Мультисервисные сети. Учебное пособие. В 3 томах.- М.: Горячая линия-Телеком, 2005. – 592 с.
7. Гольдштейн, Б. С. Протоколы сети доступа [текст] / Б. С. Гольдштейн. – М.: Радио и связь, 2001. – 292 с.
8. Кабели монтажные, для промышленной автоматизации, для передачи данных и др. [электронный ресурс] URL: <http://rostech.info/kabel-okstm-okstts.html> (дата обращения 12.04.2016г.)
9. Центр поставки сетевых компонентов. [электронный ресурс] URL: <http://anlan.ru/catalog/56> (дата обращения 05.05.2016г.)
10. Сетевое оборудование. [электронный ресурс] URL: <http://www.huawei.com/en/products/fixed-access/dslam/index.htm> (дата обращения 07.05.2016г.)

					<i>11070006.11.03.02.110.ПЗВКР</i>	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

« ___ » _____ г.

(подпись)

(Ф.И.О.)