

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 «СВЕТЛЫЙ» Г. ЕКАТЕРИНБУРГ**

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

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

Рецензент
Инженер электросвязи
участка системы коммутации
№1 города Белгорода
Белгородского филиала ПАО
«Ростелеком»
Галактионов И.В.

БЕЛГОРОД 2017

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

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

Утверждаю
Зав. кафедрой

« ____ » _____ 201_ г.

ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

Ракша Алексея Николаевича

1. Тема ВКР «Проектирование мультисервисной сети связи в жилом комплексе «Светлый» г. Екатеринбург

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

2. Срок сдачи студентом законченной работы _____

3. Исходные данные к работе:

количество абонентов микрорайона - 3275

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 «Светлый» г. Екатеринбург (А1, лист 1)

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

5.3 Ситуационная схема трассы прокладки кабеля и линейно-кабельных сооружений жилого комплекса «Светлый» г. Екатеринбург (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	<i>канд. техн. Наук, доцент каф. ИТСиТ Урсол Д.В.</i>		
4.5	<i>доцент каф. ИТСиТ Болдышев А.В.</i>		

7. Дата выдачи задания _____

Руководитель

*доцент кафедры Информационно-телекоммуникационных
систем и технологий»*

НИУ «БелГУ» _____ Урсол Д.В.

(подпись)

Задание принял к исполнению _____ *Ракиша А.Н.*

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОПИСАНИЕ МИКРОРАЙОНА И АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СЕТИ	6
1.1 Описание МКР «Светлый»	6
1.2 Анализ состояния существующей сети	8
2 ВЫБОР ВАРИАНТА РЕАЛИЗАЦИИ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ	14
2.1 Выбор технологии реализации	14
2.1.1 Технологии xDSL	14
2.1.2 Типы xDSL технологий	16
2.1.3 Ключевые преимущества xDSL	18
2.2 Технологии FTTx	19
2.2.1 Технологии группы FTTx	19
2.2.2 Преимущества реализации и применение наиболее распространенных технологий FTTx	22
3 РАСЧЕТ НАГРУЗОК МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ	25
3.1 Расчет трафика телефонии	29
3.2 Расчет трафика IP-TV	31
3.3 Расчет пропускной способности для передачи данных	34
4 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРУЕМОЙ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА «СВЕТЛЫЙ»	40
4.1 Выбор оборудования для проектируемой мультисервисной сети связи	40

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Проектирование мультисервисной сети связи в жилом комплексе «Светлый» г. Екатеринбург	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Ракша А.Н.						
Провер.		Урсол Д.В.					2	85
Реценз.		Галактионов И.В.				НИУ «БелГУ» гр. 07001307		
Н. Контр.		Урсол Д.В.						
Утверд.		Жиляков Е.Г.						

4.2 Оборудование уровня доступа	41
4.3 Оборудование уровня агрегации	43
4.4 Оборудование уровня ядра	43
4.5 Оборудование VoIP	44
4.6 Оборудование IPTV	48
4.7 Межсетевой экран	51
4.8 Выбор топологии построения	54
5 ВЫБОР ТИПА ЛИНИИ СВЯЗИ	57
5.1 Выбор типа линии связи и план размещения оборудования	57
6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА	64
6.1 Капитальные вложения	64
6.2 Расчёт эксплуатационных расходов	66
6.3 Страховые взносы	67
6.4 Амортизационные отчисления	68
6.5 Материальные затраты	68
6.6 Прочие расходы	69
6.7 Калькуляция доходов	70
6.8 Определение оценочных показателей проекта	71
7 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕАЛИЗАЦИИ СЕТИ	76
7.1 Рекомендации по установке оборудования в домах	76
8 МЕРЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ОХРАНЫ ТРУДА, ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	77
8.1 Меры по охране окружающей среды	77
8.2 Техника безопасности и охрана труда на предприятиях связи	78
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	80
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	82

ВВЕДЕНИЕ

В текущий момент жизни, рост в отрасли телекоммуникационных сетей исходит в направлении роста рынка мультисервисных услуг, продвижение новейших телекоммуникационных и информационных технологий, их конвергенции.

По всем вероятностям в настоящий период времени, ни один процесс в нынешнем обществе не может появляться без обмена информации, для передачи каких-либо данных используются различные средства и системы связи.

Внедрение новой техники передачи и распределения информации провоцирует к обязательной модернизации нынешних на данный момент жизни и создание новых устройств связи, а также методов организации телекоммуникационных систем.

Распространенность ввода локальных и корпоративных сетей вызвана увеличением потока информации, которую передают клиенты одной сети. Исходя из этого, существуют основные правила к локальным сетям: высокая скорость обменом информации, надежность, безопасность передачи информации.

В современной жизни мультисервисная сеть связи присвоила особую популярность. Она позволяет использовать высококачественные сетевые сервисы: пакетная передача голосового и видео-трафика, высокоскоростной и коммутируемый широкополосный доступ в сеть интернет, передача данных с гарантированным качеством обслуживания, организации защищенных виртуальных частных сетей (VPN).

Этот факт даёт возможность мультисервисной сети связи привлекать к себе операторов связи и сервиспровайдеров. Использование современных сетевых технологий даёт возможность увеличения эффективности бизнеса за счет обеспечения обширного спектра услуг, а также понижение затрат на применение и модернизация сети оператора.

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

Целью выпускной квалификационной работы является обеспечение населения жилого комплекса «Светлый» г. Екатеринбург современными мультисервисными услугами; снижение эксплуатационных затрат и разработка дополнительных источников доходов оператора связи за счет предоставления современных инфокоммуникационных услуг.

Задачи проекта:

- Провести анализ состояния существующей сети
- Выбрать вариант реализации мультисервисной сети связи,
- Рассмотреть существующие технологии FTTx,
- Рассчитать нагрузку мультисервисной сети связи,
- Рассчитать объем оборудования и линейно-кабельных сооружений,
- Технико-экономическое обоснование проекта.

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	<i>Лист</i>
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

1 ОПИСАНИЕ МИКРОРАЙОНА И АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СЕТИ

1.1 Описание МКР «Светлый»

МКР «Светлый» – это современный комфортабельный жилой квартал, который расположен в живописном экологически чистом уголке Екатеринбурга, по Кольцовскому тракту, через дорогу от спортивно-развлекательного центра и отеля Ramada Yekaterinburg, Основная отличительная особенность комплекса, которая является и его конкурентным преимуществом – окружающий его с трех сторон парк имени Лесоводов России и берег Нижне-Исетского водохранилища находящийся в 750 метрах от комплекса. [1]

В концепциях новых жилых проектов давно пора учитывать природный и экологический факторы. В Екатеринбурге представлены почти все виды промышленности: металлургическая, химическая, машиностроение, в то же время это один из самых компактных городов-миллионников. Естественно, что изначально промышленная столица Урала похвастаться экологической обстановкой не может, но специалисты отмечают, что ситуация становится хуже год от года.

Однако в городе есть несколько экологически чистых районов, один из них – Уктус. Именно там группа компаний «ТЭН» занимается возведением экорайона «Светлый»

Экосистема «Светлого» представлена, в первую очередь, парком имени Лесоводов России, с трех сторон окружающим экорайон. Это особый мир, находящийся в гармонии с природным окружением, органично меняющийся вместе со временем года.

Эстетическое наслаждение своей природной свежестью принесет и близко расположенный – всего в 750 метрах от комплекса, — Нижне-Исетский пруд.

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Пейзажами, открывающимися из квартир с видом на водоем, можно любоваться каждый день. А прогулка по берегу пруда дарит ни с чем не сравнимое чувство гармонии с окружающим миром. Районов с собственными водоемами в Екатеринбурге совсем немного. И в этом смысле жителям нового экорайона повезло дважды – в шаговой доступности от «Светлого» также расположилось искусственное озеро комплекса «Рамада».

Строительство началось именно с создания коммуникаций, ведь на месте застройки никогда не было жилья. Инвестиции компании в инженерные сети составили более миллиарда рублей. Микрорайон имеет автономную систему теплоснабжения и ГВС: построена собственная газовая котельная на 30 МВт, для которой закупалось только качественное современное оборудование. Застройщик обеспечил вынос со строительного участка ЛЭП 110 КВт и проложил подземную линию электропередач мощностью 8 МВт для электроснабжения всего микрорайона. Всего за 12 месяцев были построены бытовая и ливневая канализация, магистральный водопровод.

Группа компаний «ТЭН» приложила все усилия для того, чтобы экорайон был максимально автономным, в нем всегда были отопление и чистая горячая вода, а жители не зависели от графика городских опрессовок.

Прекрасно понимая, что здоровье жителей зависит не только от экологии, но и от образа жизни, проектировщики ГК «ТЭН» предусмотрели большое количество спортивных площадок на территории нового экорайона: футбольное поле, волейбольная площадка, WorkOut-зоны, прогулочные дорожки. Широкие безопасные тротуары обрадуют молодых родителей, гуляющих с колясками. Для детей постарше – большой выбор детских площадок с травмобезопасным покрытием.

Еще одна дань экологии – «зеленые зоны» внутри района: красивые насаждения, деревья, кустарники и цветы, адаптированные к уральскому климату, будут каждый год радовать жителей.

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Отдельное внимание застройщик уделил актуальной теме сортировки и переработки мусора, в комплексе уже стоят отдельные контейнеры для пластика.

Все эти блага современный горожанин совсем недавно мог получить только за городом – в коттеджных и дачных поселках. Но с появлением нового экорайона «Светлый» в черте города, мечта стала ближе. До центра Екатеринбурга можно добраться всего за 15 минут – из комплекса есть прямые выезды на Кольцовский тракт и улицу Щербакова. За время строительства застройщиком проложено более 3 км автомобильных дорог и обустроен выезд на Кольцовскую автодорогу.

Инфраструктура МКР «Светлый» спроектирована максимально удобно для будущих жителей:

- Полная социальная инфраструктура.
- На территории комплекса расположится муниципальный детский садик, рассчитанный на 250 мест.
- На территории комплекса появятся детские и спортивные площадки, а также прогулочные зоны отдыха.
- На территории комплекса появятся 4 паркинг зоны
- Существующие естественные лесные массивы дополнятся элементами ландшафтного дизайна.
- Вдоль Кольцовского тракта будет построен Торговый центр.
- Обустроен съезд и выезд на Кольцовский тракт.

1.2 Анализ состояния существующей сети

В данном проекте разрабатывается современная мультисервисная сеть связи для современного жилого комплекса «Светлый» г. Екатеринбург. В этом жилом комплексе расположено 5 домов, сумма помещений составляет 3275, которые включают 3225 квартир и 50 офисов, сумма подъездов составляет 13.

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	<i>Лист</i>
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

Объект является новостройкой. Сдача объекта в эксплуатацию назначена на второй квартал 2020 года.



Рисунок 1.1 – Схема жилого комплекса «Светлый» г. Екатеринбург

Количество абонентов считается равным количеству квартир и офисов. Количество квартир и офисных помещений в многоэтажных домах данного объекта составляет 3275 [2]. С учетом одного подключения на помещение логично будет полагать, что и количество абонентов будет составлять 3275, так же будет выделен канал связи для торгового центра, детского сада.

Примем во внимание, что в рассматриваемом объекте расположены только высотные жилые дома, разумным становится использование современной широкополосной технологии.

Жилой комплекс «Светлый» является новостройкой, операторов проводной связи нет. Комплекс находится в зоне присутствия операторов сотовой связи, но они не могут гарантировать такую же полосу пропускания и качество услуг, как в проектируемой сети связи.

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

В таблице 1.1 приведены сведения о домах, общем количестве квартир и офисных помещений в них. При расчете количества абонентов будет учитываться, что один абонент это одна точка подключения (квартира или офисное помещение)

Таблица 1.1 – Общие сведения об объекте

Объект	Помещений в доме	Номер секции	Квартир в секции	Офисов в секции
Дом 1	442 квартиры 5 офисов	Секция 1	196	2
		Секция 2	246	3
Дом 2	442 квартиры 5 офисов	Секция 1	196	2
		Секция 2	246	3
Дом 3	442 квартиры 5 офисов	Секция 1	196	2
		Секция 2	246	3
Дом 4	731 квартира 15 офисов	Секция 1	192	5
		Секция 2	296	6
		Секция 3	243	4
Дом 5	1168 квартир 20 офисов	Секция 1	330	5
		Секция 2	322	9
		Секция 3	273	3
		Секция 4	243	3
Всего:	3275	13	3225	50

По сведениям официального сайта, [1] распродано порядка 90% всех квартир, построено и готово к сдаче в эксплуатацию 80% всех домов.

Ближайшая АТС находится в г. Екатеринбург ул. Белинского, д. 83 (АТС «АЛЬВО»), (рисунок 1.2) [3].

- Доступ к сети Интернет на высокой скорости – это основная мультисервисная услуга любого провайдера. Основываясь на статистке тарифов различных провайдеров (Ростелеком, Билайн, Старлинк и др.), принято решение выбрать минимальную скорость для абонентов в 30 мбит/с.
- IPTV – это цифровое телевидение по IP протоколу. Предполагается, что минимум 55 % жителей будут заинтересованы в данной услуге.
- IP телефония – передача голосовых сообщений по IP протоколу. Для реализации этой услуги не потребуется наличие существующей телефонной линии.

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%, IP-телефония – 30%. Количество потенциальных абонентов, пользующихся предлагаемыми услугами, приведено в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Количество потенциальных абонентов, пользующихся предлагаемыми услугами

Объект	Номер секции	Квартир в секции	Офисов в секции	Интернет	IPTV	IP тел.
Дом 1	Секция 1	196	2	198	108	59
	Секция 2	246	3	249	136	74
Дом 2	Секция 1	196	2	198	108	59
	Секция 2	246	3	249	136	74
Дом 3	Секция 1	196	2	198	108	59
	Секция 2	246	3	249	136	74
Дом 4	Секция 1	192	5	197	108	59
	Секция 2	296	6	302	166	90
	Секция 3	243	4	247	135	74
Дом 5	Секция 1	330	5	335	184	100
	Секция 2	322	9	331	182	99
	Секция 3	273	3	276	151	82
	Секция 4	243	3	246	135	73
Всего:	13	3225	50	3275	1793	976

Так же будет выделен канал связи для торгового центра и детского сада.

Проведенный анализ жилого комплекса «Светлый» позволил убедиться в актуальности разработки проекта мультисервисной сети для предоставления телекоммуникационных услуг жителям. Спектр предлагаемых услуг будет включать в себя Интернет, IPTV, IP телефония. Отсутствие конкурентов позволит провайдеру занять рынок и получать стабильную и высокую прибыль.

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

2 ВЫБОР ВАРИАНТА РЕАЛИЗАЦИИ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ

2.1 Выбор технологии реализации

Для предоставления требуемых услуг клиентам мультисервисной сети 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 создания 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 xDSL

xDSL представляет собой семейство технологий, позволяющих значительно расширить пропускную способность клиентской линии местной телефонной сети путём использования эффективных линейных кодов и адаптивных методов коррекции искажений линии на основе нынешних достижений микроэлектроники и методов цифровой обработки сигнала. В аббревиатуре xDSL символ "x" используется для обозначения первого символа в названии конкретной технологии, а DSL обозначает цифровую клиентскую линию DSL (Digital Subscriber Line). Технологии xDSL даёт возможность передавать данные со скоростями, значительно превышающими те скорости, которые доступны даже самым лучшим аналоговым и цифровым модемам. Эти технологии предусматривают передачу голоса, высокоскоростную передачу данных и видеосигналов, создавая при этом высокие преимущества как для абонентов, так и для провайдеров. Более того, многие технологии xDSL позволяют комбинировать высокоскоростную передачу данных и передачу

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

голоса по одной и той же медной паре. Существующие типы технологий xDSL, различаются в основном по используемой форме модуляции и скорости передачи данных [4].

Технологии xDSL являются наиболее практичным решением, нацеленным на максимальное увеличение объема данных, передаваемых по существующим телефонным линиям. Применение технологий xDSL для высокоскоростного доступа к услугам сети особенно примечательно тем, что эти технологии используют в качестве среды передачи существующую кабельную инфраструктуру местных телефонных сетей. Это даёт возможность провайдерам услуг экономить значительные средства и более быстро (и по разумной цене) реализовать для своих абонентов большое количество новых служб передачи данных. Поскольку технологии xDSL работают по стандартным АЛ, то данная система имеет решающее значение для расширения пропускной способности в самом "узком" месте - "последней миле" существующей телефонной сети.

Для установки DSL вы должны иметь доступ к кабельной телефонной сети. DSL модемы устанавливаются на обоих концах телефонной линии: один модем устанавливается у абонента, а другой на телефонной станции.

В отличие от более ранних технологий использования медной телефонной линии, системы xDSL не требуют ручной настройки при установке. Модем автоматически проводит анализ линии и настраивает соединение за считанные секунды. Данный процесс продолжается и во время соединения, так как модем компенсирует происходящие в линии изменения. Модемы используют современные алгоритмы цифровой обработки сигнала (DSP), которые создают математические модели искажений, вносимых линией, и осуществляют авто-коррекцию. На скорость передачи данных оказывает влияние длина линии, которая зависит от сечения жил кабеля, типа изоляции и уровня присутствующих в линии помех.

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

2.1.2 Типы xDSL технологий

К основным типам xDSL относятся ADSL, HDSL, RADSL, SDSL и VDSL. Все эти технологии дают высокоскоростной цифровой доступ по абонентской телефонной линии.

Существующие технологии xDSL созданы для достижения определенных целей и удовлетворения определенных нужд рынка. Некоторые технологии xDSL являются оригинальными разработками, другие представляют собой просто теоретические модели, в то время как третьи уже стали широко используемыми стандартами. Основным различием данных технологий являются методы модуляции, используемые для кодирования данных.

Существуют следующие DSL технологии [5]:

— ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line - асимметричная цифровая абонентская линия): вариант DSL, позволяющий передавать данные пользователю со скоростью до 8,192 Мбит/с, а от пользователя со скоростью до 768 Кбит/с. совмещать использование телефонной связи и доступ в сеть Интернет. На рисунке 2.1 показана структура сети на базе ADSL.

— DDSL (DDS Digital Subscriber Line - цифровая абонентская линия DDS): вариант широкополосной DSL, предоставляющий доступ по технологии Frame Relay со скоростью передачи данных от 9,6 Кбит/с до 768 Кбит/с.

— ADSL G.lite: вариант ADSL, имеющий как асимметричный режим передачи с пропускной способностью до 1,536 Мбит/с от сети к пользователю, и со скоростью до 384 Кбит/с от пользователя к сети., так и симметричный режим передачи со скоростью до 384 кбит/с в обоих направлениях передачи.

— IDSL (цифровая абонентская линия ISDN): недорогая и испытанная технология, использующая чипы цифровой абонентской линии основного

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

доступа BRI ISDN и обеспечивающая абонентский доступ со скоростью до 128 Кбит/с.

— HDSL (High Speed Digital Subscriber Line) - высокоскоростная цифровая абонентская линия): вариант xDSL с более высокой скоростью передачи, который позволяет организовать передачу со скоростью более 1,5 Мбит/с (стандарт США T1) или более 2 Мбит/с (европейский стандарт E1) в обоих направлениях обычно по двум медным парам.

— SDSL (Symmetrical Digital Subscriber Line - симметричная высокоскоростная цифровая абонентская линия, работающая по одной паре); известны две модификации этого оборудования: MSDSL (многоскоростная SDSL) и HDSL2, имеющие встроенный механизм адаптации скорости передачи к параметрам физической линии.

— VDSL (Very High Speed Digital Subscriber Line - сверхвысокоскоростная цифровая абонентская линия): технология xDSL, обеспечивающая скорость передачи данных к пользователю до 52 Мбит/сек. За счет использования более широкой полосы частот. Повысить качество VDSL можно с помощью частичной замены медной абонентской линии на ВОЛС. Это представляет собой архитектуру FTTC (рисунок 2.2).

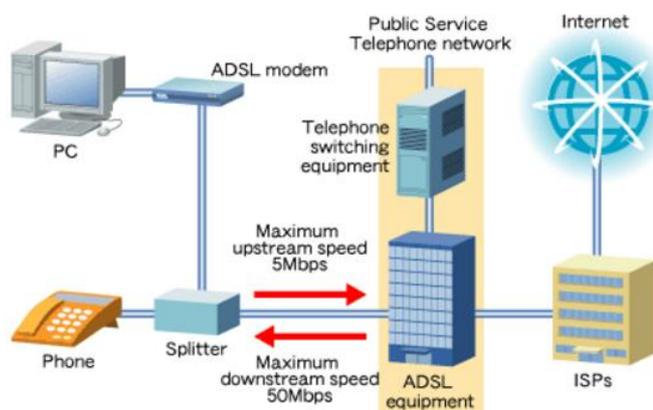


Рисунок 2.1 - Структура сети на базе ADSL.

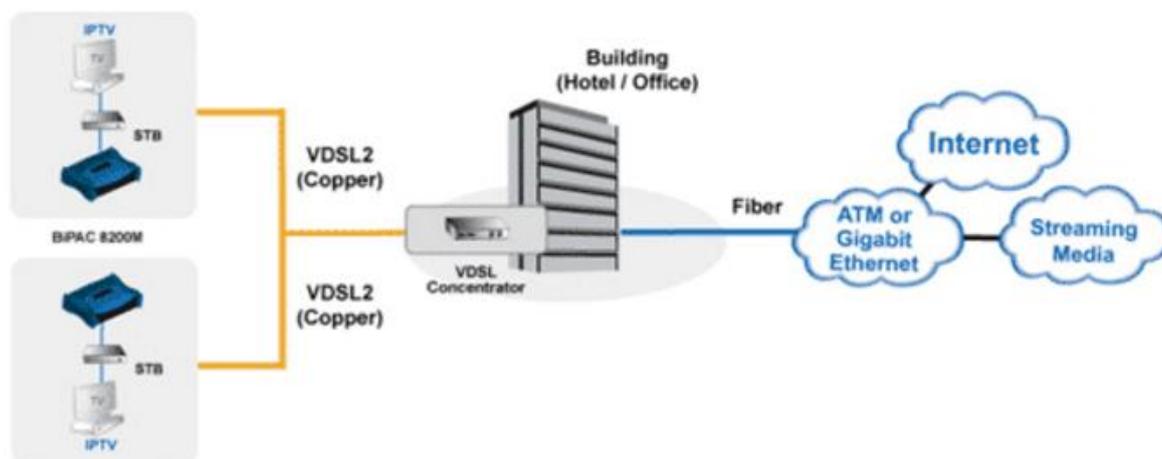


Рисунок 2.2 – Организация доступа по VDSL

2.1.3 Ключевые преимущества xDSL

Постоянный доступ. Главное отличие постоянного доступа с использованием технологиям xDSL от коммутируемого доступа заключается в том, что ваш компьютер имеет выход к интернету постоянно. Следовательно, чтобы посмотреть электронную почту или заглянуть на какой-либо сайт, вам не нужно дозваниваться до модемного пула провайдера. Включаете компьютер, открываете браузер — и вы в интернете!

Свободный телефон. Если вы путешествуете в интернете при помощи коммутируемого доступа, то ваш телефон будет занят. И, наоборот, если по телефону кто-то разговаривает, вы не сможете выйти в интернет. При использовании xDSL телефон остается свободным. Вы можете одновременно работать в интернете и разговаривать по телефону.

Высокая скорость передачи данных. xDSL относится к классу широкополосных (broadband) технологий. Она обеспечивает скорость передачи данных в направлении к абоненту — до 7,5 мбит/с по входящему и до 768 Кбит/с, по исходящему каналам. Высокая скорость позволяет комфортно работать с web-сайтами, быстро перекачивать большие файлы и документы, работать с мультимедиа, полноценно использовать интерактивные приложения.

Простота подключения. В отличие от коммутируемого доступа, процедура подключения канала xDSL содержит лишь один дополнительный этап, связанный с подготовкой вашей линии на АТС (ее должны переключить на цифровое оборудование). Дальнейшая настройка линии производится абонентом самостоятельно (инструкция по подключению) или с помощью наших специалистов (за отдельную плату). [4]

2.2 Технологии FTTx

Технологии FTTx являются общим термином для любой из широкополосной сети передачи данных. Идея использования волоконнооптических линий связи (ВОЛС) в целях обеспечения услугами частных и корпоративных пользователей не нова. Она реализуется в рамках концепции FTTx (Fiber к x - "волоконно в ..."). Однако, широкое распространение этой концепции в сетях клиентского 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 клиентов частных и корпоративных сетей, следовательно, они смогут использовать широкополосные мультимедийные услуги по разумной цене.

2.2.1 Технологии группы FTTx

Группа технологий FTTx предназначена для комбинированного использования с технологиями ADSL и VDSL и позволяет более эффективно использовать пропускную способность этих технологий благодаря сокращению длины медно-кабельных линий связи. Есть несколько вариантов реализации FTTx, из них можно выделить основные [6]:

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

- FTTH - Fiber To The Home (доведение волокна до квартиры);
- FTTB - Fiber To The Building (доведение волокна до здания).

Варианты, по сути, дублирующие FTTH и FTTB с небольшими изменениями:

- FTTN (Fiber to the Node) — волокно до сетевого узла;
- FTTO - Fiber To The Office (доведение волокна до офиса);
- FTTC - Fiber To The Curb (доведение волокна до кабельного шкафа);
- FTTCab - Fiber To The Cabinet (аналог FTTC);
- FTTR - Fiber To The Remote (доведение волокна до удаленного модуля, концентратора);
- FTTOpt - Fiber To The Optimum (доведение волокна до оптимального пункта);
- FTTP - Fiber To The Premises (доведение волокна до точки присутствия клиента).

Отдельно нужно отметить концепцию

- FITB (Fiber In The Building) — организация распределительной сети внутри здания.

Вышеуказанные технологии отличаются главным образом тем, насколько близко к пользовательскому терминалу подходит оптический кабель (рисунок 2.3).

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	<i>Лист</i>
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

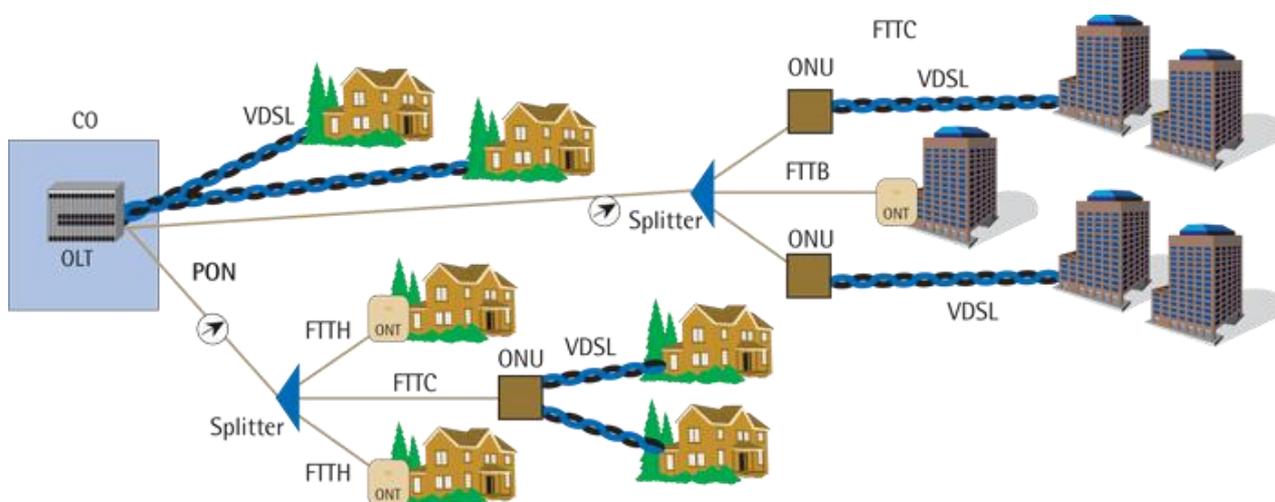


Рисунок 2.3 - Технологии оптического доступа FTТх

На данный момент быстро растет интерес к развертыванию оптических сетей доступа с прокладкой кабеля до здания (FTTB), а также непосредственно к клиенту (FTTH). В большей степени, такая ситуация объясняется постоянным ростом требований к пропускной способности каналов связи, поскольку сейчас наблюдается взрыв развития «тяжелых» интернет приложений, включая онлайн видео, онлайн игры и прочие сервисы.

При этом запланированный набор услуг и необходимая для его предоставления полоса пропускания имеют самое непосредственное влияние на выбор технологии FTТх. Поэтому чем выше скорость доступа и чем больше набор предоставляемых клиенту услуг, тем ближе к абонентскому терминалу должно подходить оптическое волокно, т.е. нужно использовать технологии FTTH. В случае, когда приоритетом является сохранение уже имеющейся сетевой инфраструктуры и оборудования, оптимальным выбором будет FTTB.

Если же говорить о сегодняшних реалиях, архитектура FTTB наблюдается в новостройках и у крупных операторов связи, тогда как FTTH востребована в новом малоэтажном строительстве (например, в коттеджных городках в окрестностях крупных городов).

2.2.2 Преимущества реализации и применение наиболее распространенных технологий FTTx.

Технология FTTN используется в основном как дешёвое и быстро внедряемое решение там, где существует распределительная "медная" инфраструктура и прокладка оптики нерентабельна. Всем известны связанные с этим решением трудности: невысокое качество предоставляемых услуг, обусловленное специфическими проблемами лежащих в канализации медных кабелей, существенное ограничение по скорости и количеству подключений в одном кабеле.

Технология FTTC – это улучшенный вариант FTTN, лишенный части его недостатков. Архитектура FTTC в первую очередь предназначена для операторов, уже использующих технологии xDSL или PON, и операторов кабельного телевидения. Реализация архитектуры FTTC позволит им с меньшими затратами увеличить и число обслуживаемых пользователей, а также выделяемую каждому из них полосу пропускания. В России этот тип подключения часто применяется небольшими операторами Ethernet-сетей. Связано это с более низкой ценой медных решений и с тем, что монтаж оптического кабеля требует высокой квалификации исполнителя.

Технология FTTB предполагает доведение волокна до здания, и получила наибольшее распространение, так как при строительстве сетей FTTx на базе Ethernet – это, зачастую, единственная технически возможная схема построения сети. Кроме того, в структуре затрат на создание Ethernet-сети разница между вариантами FTTC и FTTB относительно небольшая. Также не следует упускать, что операционные расходы при эксплуатации сети FTTB ниже, а пропускная способность выше.

Технологию FTTB целесообразно применять в случае развертывания сети в многоквартирных домах и бизнес-центрах. Российские операторы связи разворачивают сети FTTB пока только в крупных городах, но в перспективе

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

планируется использование данной технологии повсеместно. В FTTB нет необходимости прокладывать дорогостоящий оптический кабель с большим количеством волокон, как при использовании FTTH.

В случае FTTB оптическое волокно заводится в дом, как правило, на цокольный этаж или на чердак и подключается к устройству ONU (Optical Network Unit). На стороне оператора связи устанавливается терминал оптической линии OLT (Optical Line Terminal). OLT является primary устройством и определяет параметры обмена трафика (например, интервалы времени приема/передачи сигнала) с абонентскими устройствами ONU (или ONT, в случае FTTH).

Дальнейшее распределение сети по дому происходит по «витой паре» (Рисунок 2.4).

Технология FTTH является наиболее затратной, но в то же время и наиболее перспективной, среди всех типов доступа FTTx. FTTH подразумевает доведение оптического волокна до квартиры или частного дома пользователя. В этом случае оптическое волокно заводится в дом, как правило, на цокольный этаж или на чердак (что более экономически целесообразно) и подключается к устройству ONU (Optical Network Unit). На стороне оператора связи устанавливается терминал оптической линии OLT (Optical Line Terminal). OLT является primary устройством и определяет параметры обмена трафика (например, интервалы времени приема/передачи сигнала) с абонентскими устройствами ONU (или ONT, в случае FTTH). Дальнейшее распределение сети по дому происходит по «витой паре» (Рисунок 2.5) [7].

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23



Рисунок 2.4 – Технология FTTB

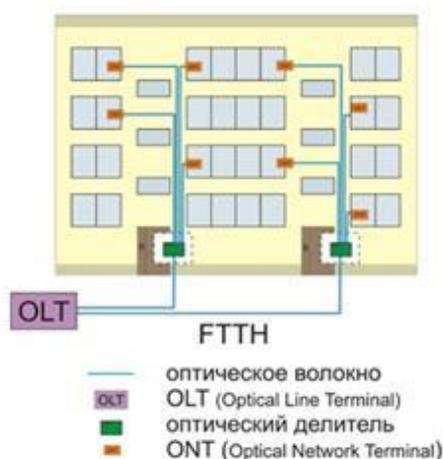


Рисунок 2.5 – Технология FTTH

На первый взгляд, строительство сети FTTH — это очень трудный и дорогостоящий процесс, но опыт подсказывает, что основные затраты при развертывании сети FTTH приходятся на строительные работы, а стоимость самого оптоволоконного кабеля составляет относительно небольшую часть. Это означает, что в случае необходимости проведения строительных работ количество прокладываемого оптоволоконного кабеля уже не имеет большого значения.

Более того, хотя жизненный цикл сети FTTH и ее электронных компонентов имеет несколько лет, оптоволоконный кабель и оптическая распределительная сеть имеют более длительный срок службы (по крайней мере, 30 лет).

3 РАСЧЕТ НАГРУЗОК МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ

При расчете нагрузки, которую генерируют абоненты необходимо не упускать, что под абонентом понимается не человек, а абонентский комплект. Иначе говоря, если в квартире проживает 3 человека, но подключен один модем, то они являются одним абонентом. В проекте будем соотносить квартира – абонент, офис - абонент.

Вторым важным моментом является определение спроса на мультисервисные услуги. Будем полагать, что доступом в сеть Интернет будут пользоваться 100% жителей, услугу IP-TV подключат 55%, и 30% воспользуется услугой IP-телефонии. В таблице 3.1 приведены данные о количестве потенциальных абонентов в ЖК «Светлый».

Таблица 3.1 – Список услуг

Объект	Номер секции	Квартир в секции	Офисов в секции	Интернет	IP TV	IP тел.
Дом 1	Секция 1	196	2	198	108	59
	Секция 2	246	3	249	136	74
Дом 2	Секция 1	196	2	198	108	59
	Секция 2	246	3	249	136	74
Дом 3	Секция 1	196	2	198	108	59
	Секция 2	246	3	249	136	74
Дом 4	Секция 1	192	5	197	108	59
	Секция 2	296	6	302	166	90
	Секция 3	243	4	247	135	74
Дом 5	Секция 1	330	5	335	184	100
	Секция 2	322	9	331	182	99
	Секция 3	273	3	276	151	82
	Секция 4	243	3	246	135	73
Всего:	13	3225	50	3275	1793	976

В описании инфраструктуры было отмечено, что на территории жилого комплекса присутствуют такие крупные объекты как: детский сад, торговый центр. Для этих крупных объектов будет предусмотрено выделение в аренду

высокоскоростного канала, для того чтобы владельцы смогли сами организовать подключение.

Расчет нагрузки и пропускной способности сети, производится по специальной методике, которая учитывает скорость доступа и процент пользователей, которые пользуются услугами в час наибольшей нагрузки. Значения основных параметров для расчета приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Значения параметров

Параметр	Обозначение	Значение
1	2	3
1. Количество сетевых узлов для подключения абонентов TriplyPlay	FN	71
2. Число абонентов сети:	NS	3226
3. Отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во входящем потоке	OHD	10%
4. Отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине в исходящем потоке	OHU	15%
5. Процент абонентов TriplePlay: - находящихся в сети в ЧНН; - одновременно принимающих или передающих данные; - одновременно пользующихся услугами TV IP	DAAF DPAF IPVS AF	80% 70% 60%
6. Услуга передачи данных: 6.1 Пропускная способность сети для передачи данных к абоненту: - средняя пропускная способность; - пиковая пропускная способность; 6.2 Пропускная способность сети для передачи данных от абонента: - средняя пропускная способность; - пиковая пропускная способность	ADBS PDBS AUBS PUBS	30 Мбит/с 100 Мбит/с 10 Мбит/с 30 Мбит/с
7. Услуга TV IP: - проникновение услуги; - количество сессий на абонента; - использование режима Unicast; - использование режима Multicast; - использование потоков Multicast; - количество доступных каналов; - скорость видеопотока; - запас на вариацию битовой скорости	IPVS MP IPVS SH IPVS UU IPVS MUM IPVS MU IPVS MA VSB SVBR	55% 1,3 30% 70% 70% 60 12 Мбит/с 0,2

В качестве сетевого узла будем считать коммутатор доступа на 48 абонентов. Это сделано для того, чтобы вычислить нагрузку с одного сетевого элемента и при модернизации или расширении сети легко варьировать требуемым объемом оборудования. В случае использования коммутаторов меньшей емкости, например, 24 порта, полученные значения достаточно будет разделить на 2.

Требуемое количество коммутаторов доступа рассчитаем по следующему соотношению:

$$N_{\text{ком}} = [N_{\text{аб}} / N_{\text{портов}}] \quad (3.1)$$

Где [] – округление в большую сторону

Дом 1 - 3 Секция 1 $N_{\text{ком}} = [198 / 48] = 4 + 1$ коммутатор на 24 порта

Дом 1 - 3 Секция 2 $N_{\text{ком}} = [249 / 48] = 5 + 1$ коммутатор на 24 порта

Дом 4 Секция 1 $N_{\text{ком}} = [197 / 48] = 4 + 1$ коммутатор на 24 порта

Дом 4 Секция 2 $N_{\text{ком}} = [302 / 48] = 6 + 1$ коммутатор на 24 порта

Дом 4 Секция 3 $N_{\text{ком}} = [247 / 48] = 5 + 1$ коммутатор на 24 порта

Дом 5 Секция 1 $N_{\text{ком}} = [335 / 48] = 7$

Дом 5 Секция 2 $N_{\text{ком}} = [331 / 48] = 7$

Дом 5 Секция 3 $N_{\text{ком}} = [276 / 48] = 6$

Дом 5 Секция 4 $N_{\text{ком}} = [246 / 48] = 5 + 1$ коммутатор на 24 порта

Общее число коммутаторов доступа:

$$N_{\text{к.д.48}} = \sum N_{\text{ком}} = 67$$

$$N_{\text{к.д.24}} = \sum N_{\text{ком}} = 10$$

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

В таблице 3.3 приведены сведения о размещении коммутаторов по объектам ЖК «Светлый» с указанием общего количества портов и свободных портов.

Таблица 3.3 – Сведения о размещении коммутаторов

Объект	Номер секции	Тип коммутатора	Всего портов	Свободных портов
Дом 1	Секция 1	HP 2530-48G-2SFP+, 4 шт. HP 2530-24G-2SFP+, 1 шт.	216	18
	Секция 2	HP 2530-48G-2SFP+, 5 шт. HP 2530-24G-2SFP+, 1 шт.	264	15
Дом 2	Секция 1	HP 2530-48G-2SFP+, 4 шт. HP 2530-24G-2SFP+, 1 шт.	216	18
	Секция 2	HP 2530-48G-2SFP+, 5 шт. HP 2530-24G-2SFP+, 1 шт.	264	15
Дом 3	Секция 1	HP 2530-48G-2SFP+, 4 шт. HP 2530-24G-2SFP+, 1 шт.	216	18
	Секция 2	HP 2530-48G-2SFP+, 5 шт. HP 2530-24G-2SFP+, 1 шт.	264	15
Дом 4	Секция 1	HP 2530-48G-2SFP+, 4 шт. HP 2530-24G-2SFP+, 1 шт.	216	19
	Секция 2	HP 2530-48G-2SFP+, 6 шт. HP 2530-24G-2SFP+, 1 шт.	312	10
	Секция 3	HP 2530-48G-2SFP+, 5 шт. HP 2530-24G-2SFP+, 1 шт.	264	17
Дом 5	Секция 1	HP 2530-48G-2SFP+, 7 шт.	336	1
	Секция 2	HP 2530-48G-2SFP+, 7 шт.	336	5
	Секция 3	HP 2530-48G-2SFP+, 6 шт.	288	12
	Секция 4	HP 2530-48G-2SFP+, 5 шт. HP 2530-24G-2SFP+, 1 шт.	264	18
Всего:	13	HP 2530-48G-2SFP+, 67 шт. HP 2530-24G-2SFP+, 10 шт.	3456	181

Для ТЦ будут куплены коммутаторы: HP 1920-24G-PoE+

Для детского сада будет куплен коммутатор: HP 1910-8G-PoE+

3.1 Расчет трафика телефонии

Проникновение услуги IP-телефонии составляет 30%, следовательно, количество абонентов, использующих SIP терминалы на одном сетевом узле равно:

$$\text{Для 48: } N_{\text{SIP}} = [48 * 0,3] = 15, \text{ абонентов} \quad (3.2)$$

$$\text{Для 24: } N_{\text{SIP}} = [24 * 0,3] = 8, \text{ абонентов}$$

$$\text{Для 8: } N_{\text{SIP}} = [8 * 0,3] = 3, \text{ абонентов}$$

Пропускная способность, требуемая для передачи трафика телефонии, зависит от типа используемого кодека. Одним из самых популярных кодеков является G.729A. Полезная нагрузка голосового пакета равна:

$$Y_{\text{полезн}} = \frac{t_{\text{звуч.голоса}} \cdot v_{\text{кодирования}}}{8 \text{ бит} / \text{байт}}, \text{ байт}, \quad (3.3)$$

где $t_{\text{звуч.голоса}}$ - время звучания голоса, мс., $v_{\text{кодирования}}$ - скорость кодирования речевого сигнала, Кбит/с.

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

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

Длина пакета может быть вычислена следующим образом:

$$V_{\text{пакета}} = L_{\text{EthL1}} + L_{\text{EthL2}} + L_{\text{IP}} + L_{\text{UDP}} + L_{\text{RPT}} + Y_{\text{полезн}}, \text{ байт}, \quad (3.4)$$

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

где LEth1, LEth2, LIP, LUDP, LRTP – длина заголовка EthernetL1, EthernetL2, IP, UDP, RTP протоколов соответственно, байт, Yполез – полезная нагрузка голосового пакета, байт.

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

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

$$ППр_1 = V_{\text{пакета}} \cdot 8 \frac{\text{бит}}{\text{байт}} \cdot 50 \text{ pps}, \text{ Кбит/с,} \quad (3.5)$$

где Vпакета – размер голосового пакета, байт.

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

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

$$ППр_{WAN} = ППр_1 \cdot N_{SIP} \cdot VAD, \text{ Мбит/с,} \quad (3.6)$$

где ППр1 – полоса пропускания для одного вызова, Кбит/с, NSIP – количество голосовых портов в точке присутствия, шт., VAD (Voice Activity Detection) – коэффициент механизма идентификации пауз (0,7).

$$\text{Для 48: } ППр_{WAN} = 31,2 \cdot 15 \cdot 0,7 = 327,6 \text{ кбит/с.}$$

$$\text{Для 24: } ППр_{WAN} = 31,2 \cdot 8 \cdot 0,7 = 174,7 \text{ кбит/с.}$$

$$\text{Для 8: } ППр_{WAN} = 31,2 \cdot 3 \cdot 0,7 = 65,52 \text{ кбит/с.}$$

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

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

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:

$$IPVS\ Users = AVS * IPVS\ MP * IPVS\ AF * IPVS\ SH, \text{ аб} \quad (3.7)$$

где AVS – количество абонентов на оптическом узле, подключенных к услуге, IPVS MP – коэффициент проникновения услуги IP TV, IPVS AF – процент абонентов, пользующихся услугами IP TV одновременно в ЧНН, IPVS SH – коэффициент, показывающий, сколько различных программ одновременно принимается в одном доме.

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

$$\text{Для } 24: IPVS\ Users = 24 * 0.55 * 1.3 * 0.6 = 11, \text{ аб}$$

$$\text{Для } 8: IPVS\ Users = 8 * 0.55 * 1.3 * 0.6 = 4, \text{ аб}$$

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.

$$IPVS\ US = IPVS\ Users * IPVS\ UU * UUS, \text{ потоков} \quad (3.8)$$

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

где $IPVS\ UU$ – коэффициент проникновения услуги индивидуального видео, $UUS=1$ – количество абонентов на один видеопоток.

Для 48: $IPVS\ US = 21 * 0.3 * 1 = 7, потоков$

Для 24: $IPVS\ US = 11 * 0.3 * 1 = 4, потоков$

Для 8: $IPVS\ US = 4 * 0.3 * 1 = 2, потоков$

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

$$IPVS\ MS = IPVS\ Users * IPVS\ MU, потоков \quad (3.9)$$

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

Для 48: $IPVS\ MS = 21 * 0.7 = 15, потоков$

Для 24: $IPVS\ MS = 11 * 0.7 = 8, потоков$

Для 8: $IPVS\ MS = 4 * 0.7 = 3, потоков$

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

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

$$IPVS\ MSM = IPVS\ MA * IPVS\ MUM, видеопотоков \quad (3.10)$$

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

$$IPVS\ MSM = 60 * 0.7 = 42, видеопотока$$

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Транслирование видеопотоков в IP сети может происходить с переменной битовой скоростью. Средняя скорость одного видеопотока, принимаемого со спутника, определена 12 Мбит/с. С учетом добавления заголовков IP пакетов и запаса на вариацию битовой скорости скорость передачи одного видеопотока в качестве FullHD составит

$$IPVSB = VSB * (1 + SVBR) * (1 + OHD), \text{Мбит/с} \quad (3.11)$$

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

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

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

$$IPVS\ MNB = IPVS\ MS * IPVSB, \text{Мбит/с} \quad (3.12)$$

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

где IPVS MS – количество транслируемых потоков в режиме multicast, IPVS US – количество транслируемых потоков в режиме unicast, IPVSB – скорость передачи одного видеопотока.

$$\text{Для 48 } IPVS\ MNB = 15 * 15,84 = 237,6 \text{ Мбит/с,}$$

$$\text{Для 48 } IPVS\ UNB = 7 * 15,84 = 110,88 \text{ Мбит/с.}$$

$$\text{Для 24 } IPVS\ MNB = 8 * 15,84 = 126,7 \text{ Мбит/с,}$$

$$\text{Для 24 } IPVS\ UNB = 4 * 15,84 = 63,36 \text{ Мбит/с.}$$

$$\text{Для 8 } IPVS\ MNB = 3 * 15,84 = 47,5 \text{ Мбит/с,}$$

$$\text{Для 8 } IPVS\ UNB = 2 * 15,84 = 31,6 \text{ Мбит/с.}$$

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

$$IPVS\ MNB_{max} = IPVS\ MSM * IPVSB, \text{ Мбит/с} \quad (3.14)$$

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

$$IPVS\ MNB_{max} = 42 * 15,84 = 665,28 \text{ Мбит/с.}$$

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

$$AB = IPVS\ MNB + IPVS\ UNB, \text{ Мбит/с} \quad (3.15)$$

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

$$\text{Для 48: } AB = 237,6 + 110,8 = 348,4 \text{ Мбит/с.}$$

$$\text{Для 24: } AB = 126,7 + 63,36 = 190,06 \text{ Мбит/с.}$$

$$\text{Для 8: } AB = 47,5 + 31,6 = 79,2 \text{ Мбит/с.}$$

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

Трафик, создаваемый при передачи различного рода данных, имеет одну отличительную черту - неравномерная интенсивность. В ЧНН 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 Data Average Activity Factor (DAAF):

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

$$AS = TS * DAAF, \text{аб} \quad (3.16)$$

где TS – число абонентов на одном сетевом узле, аб, DAAF – процент абонентов, находящихся в сети в ЧНН.

$$\text{Для 48: } AS = 48 * 0.8 = 39, \text{аб}$$

$$\text{Для 24: } AS = 24 * 0.8 = 20, \text{аб}$$

$$\text{Для 8: } AS = 8 * 0.8 = 7, \text{аб}$$

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:

$$BDDA = (AS * ADBS) * (1 + OHD), \text{Мбит/с} \quad (3.17)$$

где AS - количество активных абонентов, аб, ADBS – средняя скорость приема данных, Мбит/с, OHD – отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во входящем потоке.

$$\text{Для 48: } BDDA = (39 * 30) * (1 + 0.1) = 1287 \text{ Мбит/с.}$$

$$\text{Для 24: } BDDA = (20 * 30) * (1 + 0.1) = 660 \text{ Мбит/с.}$$

$$\text{Для 8: } BDDA = (7 * 30) * (1 + 0.1) = 231 \text{ Мбит/с.}$$

Средняя пропускная способность для передачи данных:

$$BUDA = (AS * AUBS) * (1 + OHU), \text{Мбит/с} \quad (3.18)$$

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.

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для 48: $BUDA = (39 * 10) * (1 + 1.15) = 448,5$ Мбит/с.

Для 24: $BUDA = (20 * 10) * (1 + 1.15) = 230$ Мбит/с.

Для 8: $BUDA = (7 * 10) * (1 + 1.15) = 80,5$ 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 Data Peak Activity Factor (DPAF):

$$PS = AS * DPAF, \text{аб} \quad (3.19)$$

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

Для 48: $PS = 39 * 0.7 = 28$

Для 24: $PS = 20 * 0.7 = 14$

Для 8: $PS = 7 * 0.7 = 5$

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

$$BDDP = (PS * PDBS) * (1 + OHD), \text{Мбит/с} \quad (3.20)$$

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

Для 48: $BDDP = (28 * 100) * (1 + 0.1) = 3080$ Мбит/с.

Для 24: $BDDP = (14 * 100) * (1 + 0.1) = 1540$ Мбит/с.

Для 8: $BDDP = (5 * 100) * (1 + 0.1) = 550$ Мбит/с.

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Пиковая пропускная способность для передачи данных в ЧНН:

$$BUDP = (PS * PUBS) * (1 + ОНУ), \text{Мбит/с} \quad (3.21)$$

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

$$\text{Для 48: } BUDP = (28 * 30) * (1 + 0.15) = 966 \text{ Мбит/с.}$$

$$\text{Для 24: } BUDP = (14 * 30) * (1 + 0.15) = 483 \text{ Мбит/с.}$$

$$\text{Для 8: } BUDP = (5 * 30) * (1 + 0.15) = 172,5 \text{ Мбит/с.}$$

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

$$BDD = \text{Max}[BDDA; BDDP], \text{Мбит/с} \quad (3.22)$$

$$BDU = \text{Max}[BUDA; BUDP], \text{Мбит/с} \quad (3.23)$$

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

$$\text{Для 48 } BDD = \text{Max}[1287; 3080] = 3080 \text{ Мбит/с,}$$

$$\text{Для 48 } BDU = \text{Max}[448,5; 966] = 966 \text{ Мбит/с.}$$

$$\text{Для 24 } BDD = \text{Max}[660; 1540] = 1540 \text{ Мбит/с,}$$

$$\text{Для 24 } BDU = \text{Max}[230; 483] = 483 \text{ Мбит/с.}$$

$$\text{Для 8 } BDD = \text{Max}[231; 550] = 550 \text{ Мбит/с,}$$

$$\text{Для 8 } BDU = \text{Max}[80,5; 172,5] = 172,5 \text{ Мбит/с.}$$

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

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

$$BD = BDD + BDU, \text{ Мбит/с} \quad (3.24)$$

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

$$\text{Для 48: } BD = 3080 + 966 = 4046 \text{ Мбит/с.}$$

$$\text{Для 24: } BD = 1540 + 483 = 2023 \text{ Мбит/с.}$$

$$\text{Для 8: } BD = 550 + 178,5 = 728,5 \text{ Мбит/с.}$$

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

$$ПП_{\text{узла}} = ПП_{\text{pWAN}} + AB + BD \quad (3.25)$$

где ПП_{pWAN} – пропускная способность для трафика IP телефонии, Мбит/с, AB – пропускная способность для видеопотоков, Мбит/с, BD – пропускная способность для трафика данных, Мбит/с.

$$\text{Для 48: } ПП_{\text{узла}} = 0,32 + 348,48 + 4046 = 4394,80 \text{ Мбит/с.}$$

$$\text{Для 24: } ПП_{\text{узла}} = 0,17 + 190,06 + 2023 = 2213,23 \text{ Мбит/с.}$$

$$\text{Для 8: } ПП_{\text{узла}} = 0,06 + 79,2 + 728,5 = 807,76 \text{ Мбит/с.}$$

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

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

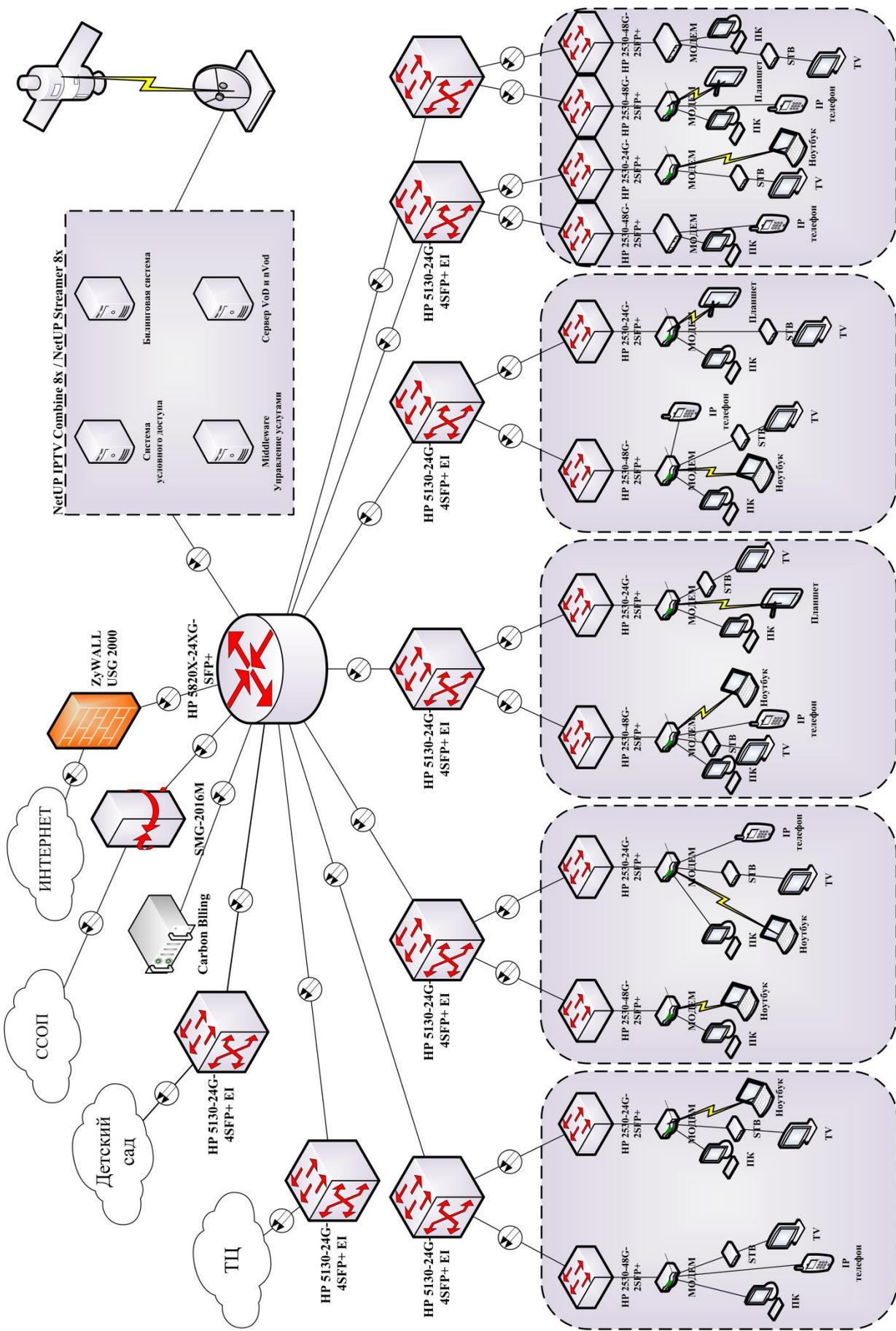


Рисунок 3 – Схема проектируемой сети связи

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.353.ПЗВКР

4 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРУЕМОЙ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА «СВЕТЛЫЙ»

4.1 Выбор оборудования для проектируемой мультисервисной сети связи

Мультисервисная сеть в ЖК «Светлый» будет построена по архитектуре FTTB на базе Fast Ethernet. Расчеты нагрузки показали, что подключение коммутаторов доступа к агрегаторам следует осуществлять по одному 10 Гбит/с. каналу. Максимальная скорость доступа абонентов в сеть Интернет установлена 100 Мбит/с.

На уровне агрегации будет размещен 1Gb Ethernet коммутатор, что обеспечит необходимую пропускную способность на сети.

Главным параметром при выборе оборудования является соотношение цена/качество. При этом целесообразно строить фрагменты сети на базе оборудования одной фирмы для избегания проблем с совместимостью.

Основные требования к оборудованию следующие:

- Наличие необходимых сертификатов качества,
- Соответствие международным и российским стандартам,
- Наличие разрешения эксплуатации на территории РФ,
- Соответствие техническим требованиям, которые предъявляются к сети.

Проблем с покупкой требуемого оборудования сегодня не возникает, т.к. на рынке присутствует большое количество компаний (HP, Cisco Systems, Huawei Technologies, Zyxel, АЛСиТЕК, СКС, D-Link, ЗСОМ и др). Проведенные обзор доступного оборудования показал, что подходящим является оборудование компании HP.

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

4.2 Оборудование уровня доступа

В качестве коммутаторов доступа были выбраны коммутаторы HP 2530-48G-2SFP+ и HP 2530-24G-2SFP+ [9,10].

Надежные, безопасные и простые в использовании коммутаторы серии HP 2530 подходят для развертывания на периферийных участках корпоративных сетей, в филиалах и офисах малого и среднего бизнеса.

Полностью управляемые коммутаторы обеспечивают полную поддержку Layer 2 с дополнительными функциями PoE+, портами 10GbE для исходящих соединений, приоритизацией трафика, sFlow и поддержкой хостов IPv6.

Модели без вентилятора, стандарт Energy Efficient Ethernet (IEEE 802.3az), а также возможности отключения светодиодных индикаторов и перевода портов в режим пониженного энергопотребления помогают сократить расходы на электроснабжение.

Ограниченная пожизненная гарантия (Limited Lifetime Warranty 2.0) с круглосуточной поддержкой по телефону в течение 3 лет. Лицензия на ПО не требуется.

Серия коммутаторов HP 2530 поддерживает гибкие методы проверки подлинности (локальная аутентификация по MAC-адресу, 802.1X, MAC и веб-аутентификация), повышающие безопасность системы и обеспечивающие аутентификацию приложений на основе политик.

Дополнительная защита от атак типа «отказ в обслуживании» (DoS): защита DHCP, Dynamic ARP Protection, ограничение динамических IP-адресов, повышенная безопасность. Инструменты гибкого управления трафиком с использованием списков контроля доступа (ACL) и контроля качества обслуживания (QoS).

Приоритизация с помощью технологии IEEE 802.1p позволяет распределять трафик по восьми уровням и двум или четырем очередям в режиме реального времени. При этом используется взвешенно-циклический

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

механизм постановки в очередь (WDRR) или метод строгой очереди приоритетов (SP).

Обеспечьте безопасность своей сети IPv6 благодаря функции защиты сети с помощью DHCPv6.

Коммутаторы серии HP 2530 поддерживают выбор интерфейсов управления: веб-интерфейс, командная строка и протокол SNMP через консоль или порт Micro USB.

Модели без вентиляторов и с вентиляторами переменной скорости отличаются бесшумностью работы.

За счет возможности крепления на стену, стол и в стойку повышается гибкость развертывания.

Решение TR-069 помогает автоматически развертывать в частных сетях устройства с динамическими IP-адресами.

Возможность бесперебойного управления коммутаторами серии HP 2530 с помощью решения HP Intelligent Management Center (IMC) обеспечивает прозрачность всей сети. Централизованный интерфейс обеспечивает полный контроль над конфигурацией, совместимостью и политиками.

Технологии RMON и sFlow обеспечивают расширенные возможности мониторинга и отчетности по статистическим данным, истории, сигналам тревоги и событиям.

Минимальные габариты устройств серии HP 2530 составляют:

- HP 2530-48G-2SFP+ размер (ШхВхГ) 443 x 44 x 323 мм., вес 4.72 кг.
- HP 2530-24G-2SFP+ размер (ШхВхГ) 443 x 44 x 254 мм., вес 2.81 кг.

Благодаря указанным размерам данный коммутатор легко установится в стандартную серверную стойку.

Для торгового центра и детского сада были выбраны коммутаторы HP 1910-8G-PoE+ и HP 1920-24G-PoE+. Они подключаются по оптике в коммутаторы агрегации, как и этажные коммутаторы 2530-й серии. Оптика применялась там, где расстояние до уровня распределения превышало 100

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	<i>Лист</i>
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

метров. PoE (Power over Ethernet) предусмотрено для будущего внедрения видеонаблюдения: точки доступа и камеры будут питаться от коммутатора, без необходимости включать их в электросеть 220 В.

4.3 Оборудование уровня агрегации

Уровень агрегации будет реализован на базе коммутаторов HP 3800-24SFP-2SFP+. [11]

Коммутаторы HP серии 3800 — это девять моделей полностью управляемых коммутаторов Gigabit Ethernet с 24 и 48 портами с поддержкой или без поддержки PoE+, с восходящими соединениями SFP+ или 10GBASE-T. HP 3800 используют современную технологию HP ProVision ASIC, а также последние достижения в разработке оборудования для обеспечения высокой отказоустойчивости и энергоэффективности.

Управляемый коммутатор HP 3800-24SFP-2SFP+ (J9584A)- 24 порта SFP 100/1000 Мб/с (IEEE 802.3u тип 100BASE-TX, IEEE 802.3ab тип 1000BASE-T), дуплексный режим: 100BASE-TX: полу- или полнодуплексный; 1000BASE-T: только полнодуплексный; 2 фиксированных порта 1000/10000 SFP+; 1 последовательный порт консоли RJ-45; 1 порт RJ-45 для внешнего управления; 1 слот модуля стекирования.

4.4 Оборудование уровня ядра

Ядром сети будет выступать маршрутизатор HP 5820X-24XG-SFP+ [12], который имеет различные дополнительные функции:

- Работа с протоколом Fibre Channel over Ethernet; простая доступная архитектура;
- Поддержка протоколов IPv4/IPv6 с поддержкой 2 и 3 уровней;
- Высокая пропускная способность при низком времени ожидания для портов.

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

— Высокая производительность на уровне 488 Гбит/с.

Многофункциональность маршрутизатора позволяет внедрять различные службы на уровне всей сети и объединять устройства, при этом упрощается развертывание фрагментов и снижаются расходы на энергопотребление и размещение оборудования в стойках.

4.5 Оборудование VoIP

Голосовой Шлюз SMG-2016 [13]. Гибридная платформа SMG-2016 может быть использована в качестве транкового шлюза для соединения сигнальных и медиапоток TDM и VoIP-сетей, IP-АТС с поддержкой функций ДВО и COPM, а также выступать многофункциональным решением для создания инфокоммуникационных сетей связи новейшего поколения. Широкая многофункциональность, строгое пропорциональность установившихся стандартам и высокая надёжность операторского класса дают возможность решать на базе SMG-2016 большинство возникающих у операторов и сервис-провайдеров задач.

SMG-2016 снабжает возможностью равномерного распределения инвестиций на масштабирование в течении всего момента создания проекта. Шлюз SMG-2016 поддерживает до 16 потоков E1 (OKC7, PRI) и до 768 каналов VoIP.

Современный процессор Quad-Core ARMv7 Marvell Armada-XP, равномерное распределение нагрузки между субмодулями, резервирование источников питания, а также эксплуатация нынешних технологий на базе параллельных вычислений дают высокий показатель отказоустойчивости платформы SMG-2016 с авто пере подключением на запасной элемент в случае выхода из строя любого субмодуля системы, а также модуля питания.

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

Строгое соответствие требованиям современных протоколов, рекомендаций и стандартов обеспечивает 100% функциональную совместимость SMG-2016 с различным оборудованием: цифровыми АТС, IP-АТС, Softswitches, VoIP-шлюзами, SIP-телефонами, программными SIP-клиентами и др.

Аппаратный транскодинг на базе медиакодексов Mindspeed Technologies позволяет согласовывать медиапотoki с различными VoIP-кодеками.

IP-АТС с поддержкой ДВО и СОРМ. Дополнительные настройки для SMG-2016 дают возможность использовать его в качестве полнофункциональной IP-АТС до 3 000 SIP-клиентов с помощью большого набора ДВО, а также полноценным соответствием требованиям нормативных документов по СОРМ. Программный модуль IP-АТС ECSS-10 предназначен для быстрого развёртывания VoIP-узла связи с низкими капитальными затратами (CAPEX). Наличие всех видов документов на семейство продуктов ECSS-10 позволяет использовать IP-АТС ECSS-10 на базе транкового шлюза SMG-2016 в качестве АТС любого уровня с последующей приёмкой в эксплуатацию органами Россвязнадзора и ФСБ.

В транковом шлюзе SMG-2016 реализована интеллектуальная защита от несанкционированных внешних подключений SIP-абонентов (fail2ban, iptables, white/black lists и др.). Для дополнительной защиты при подключении к публичным IP-сетям предусмотрена совместимость с пограничными контроллерами сессий (например, SBC-1000), выполняющими функции межсетевых экранов для VoIP-сетей.

Интеллектуальная маршрутизация вызовов на основе ответов биллинговой системы по протоколу RADIUS позволяет строить гибкие правила для обработки вызовов.

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

Таблица 4.1 – Характеристики голосового шлюза SMG-2016 [14]

Управление вызовами	<ul style="list-style-type: none"> - Взаимодействие со STUN-сервером на SIP-интерфейсе - Маршрутизация по номеру вызываемого (CdPN) и вызывающего (CgPN) абонента - Модификация номера до и после маршрутизации - Запись разговоров по параметрам* (опционально) - Использование нескольких планов нумерации - Ограничение количества линий на абонента - Настройка режима обслуживания абонента - Выключение транк-группы из работы - Управление вызовом через RADIUS - Прямое подключение транк-групп - Поддержка COPM (опционально) - Префикс на несколько транк-групп
Голосовые кодеки	G.711 (a-law, μ -law), G.729 (A/B), G.723.1, G.726 (32 kbps)
Поддержка факсов	T.38 Real-Time Fax, G.711 (a-law, μ -law) pass-through
Голосовые стандарты	<ul style="list-style-type: none"> - VAD (детектор активности речи) - CNG (генерация комфортного шума) - АЕС (эхо компенсация, рекомендация G.168)
Качество обслуживания (QoS)	<ul style="list-style-type: none"> - Назначение Diffserv и приоритетов 802.1p для SIP и RTP* - Динамический и статический джиттер-буфер - Ограничение скорости исх./вх. трафика
DTMF	Передача методами INBAND, RFC 2833, SIP INFO
Биллинг	<ul style="list-style-type: none"> - Запись биллинговой информации в CDR-файл, параллельная запись CDR-файла на локальный HDD-диск и удаленный FTP-сервер - RADIUS Accounting - Поддержка различных биллинговых систем: Hydra Billing, LANBilling, PortaBilling, NetUP, BGBilling (возможна интеграция с другими системами)
Гибкость	<ul style="list-style-type: none"> - Выгрузка-загрузка конфигурации одним файлом - Создание нескольких сетевых интерфейсов для телефонии (SIP, RTP) с разными IP-адресами - Работа с несколькими планами нумерации - Резервирование сигнального канала ОКС7 - Контроль активности разговорного соединения (по наличию RTP или RTCP)

Продолжение таблицы 4.1

TDM протоколы	ОКС7, PRI (Q.931), Q.699 (взаимодействие PRI и ОКС7), V5.2 LE*, V5.2 AN*
IP протоколы	SIP, SIP-T/SIP-I, H.323, SIGTRAN*, H.248*
Ёмкость	до 768 каналов VoIP и до 16 потоков E1 (RJ-48)
Производительность	<ul style="list-style-type: none"> - Максимальная интенсивность нагрузки - 120 cps - Quad-Core процессор Quad-Core ARMv7 based Marvell Armada-XP 1.6 GHz - Оперативная память 4,096 Gb
Интерфейсы	<ul style="list-style-type: none"> - 16 портов E1 (RJ-48) - 2 порта 10/100/1000Base-T (RJ-45) / 1000Base-X(SFP) - 2 порта 10/100/1000Base-T (RJ-45) - 2 слотоместа для SATA HDD форм-фактора 2,5"
Управление и мониторинг	<ul style="list-style-type: none"> - Мониторинг каналов потоков E1 и VoIP в web-интерфейсе - Аварийное логирование с возможностью сохранения логов на syslog-сервере - Хранение трассировок на HDD-накопителе - Информирование об авариях по SNMP
Безопасность	<ul style="list-style-type: none"> - Черный и белый списки IP-адресов для регистрации - Вывод в syslog всех попыток доступа к устройству - Автоматическая блокировка по IP-адресу после неуспешных попыток регистрации - Список разрешенных IP-адресов для доступа к управлению устройством - Разграничение прав доступа admin / user - Контроль IP-адреса источника встречного RTP-потока - Аутентификация абонентов на RADIUS-сервере и SIP registrar - Digest-авторизация (RFC 5090, Draft-Sterman)

Окончание таблицы 4.1

<p>Расширенный функционал SIP/SIP-T/SIP-I</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Регистрация и аутентификация до 3000 SIP-абонентов (опционально) - Взаимодействие SIP и SIP-T/SIP-I - Регистрация SIP-транков - Upper Registration - STUN-сервер
<p>Дополнительные виды обслуживания (опционально)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Различные виды переадресации (Call Forward)*: по недоступности (CFOS), по неответу (CFNR), безусловная (CFU), по занятости (CFB) - Передача вызова (Call Transfer)* - Музыка на удержании (МОН)* - Удержание вызова (Call Hold)* - Группа вызова (Call Hunt)* - Перехват вызова (Call Pickup)* - Запись разговоров (Call Recording)* - Интерактивное голосовое меню (IVR)* - Индикатор занятости линии (Busy Lamp Field)*

4.6 Оборудование IPTV

NetUP IPTV Combine 8x [14] – комплексное решение, для предоставления услуг IPTV и VoD в сетях до 500 абонентов - идеально подходит для гостиниц, бизнес-центров, санаториев, госпиталей. Устройство включает в себя систему Middleware, головную станцию NetUP Streamer 8x, VoD сервер на 50 одновременных видеопотоков, оснащенный жестким диском на 1ТБ для хранения видеоконтента, а также биллинговой системой. Решение позволяет развернуть IPTV-систему в кратчайшие сроки и с минимальными затратами.

NetUP IPTV Combine 8x – это универсальное решение для вещания мультимедийного контента поверх IP-сети (IPTV). Благодаря использованию передовых разработок, специалистам компании NetUP удалось совместить в одном конструктиве все сервисы, необходимые для организации IPTV. Такой подход к реализации IPTV-решения позволяет наиболее оперативно и с минимальными затратами предоставить услуги цифрового телевидения в сети,

с количеством абонентов до 500. Это решение лучше всего подходит для яхт, отелей, бизнес-центров и локальных домашних сетей за счет простоты интеграции в существующую инфраструктуру.

Высокую производительность обеспечивают четыре профессиональные карты для приема спутниковых каналов – NetUP Dual DVB-S2-CI, каждая из которых поддерживает два транспондера одновременно. Таким образом, становится возможным транслировать в сеть до 100-та каналов с восемью транспондерами, вне зависимости от того, зашифрован контент, или нет.

Система Middleware второго поколения с низкоуровневой интеграцией приставок предоставляет пользователю быстрый и функциональный интерфейс управления интерактивным телевидением. Это достигается использованием нативных приложений на клиентском оборудовании. На данный момент поддерживаются такие приставки, как AmiNET 110/125/130, D-Link DIB-120, Teletec MAG 200, Telergy T501, Hansun HS6020H и другие.

Состав предоставляемых сервисов:

- DVB-IP стример (DVB-to-IP gateway) –8 входов DVB-S/S2, 8 CI слотов;
- VoD/nVoD – сервер «видео по запросу» и «виртуального кинозала»;
- Middleware – интерфейс интерактивного доступа абонента;
- EPG – электронная программа передач;
- DHCP, DNS сервера;
- Сервер для прошивки и загрузки абонентских устройств;
- IGMP querier, маршрутизатор широковещательных потоков;
- Маршрутизатор IP-пакетов, передача данных;
- Интеграция с отельными PMS-системами (опционально).

Максимальная скорость передачи мультимедийных потоков в сеть превышает 500 Мбит/сек. В связи с этим подключение производится по порту Gigabit Ethernet с максимальной пропускной способностью 1000 Мбит/сек. Также необходима поддержка IGMP Snooping в Ethernet коммутаторе для предотвращения перегрузки абонентских портов широковещательным

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

трафиком (в полной мере таким требованиям соответствуют коммутаторы Cisco Catalyst 2950T-48).

Абонентские приставки и персональные компьютеры подключаются по порту FastEthernet с максимальной пропускной способностью 100 Мбит/сек. Такой скорости вполне достаточно для просмотра одного мультимедийного потока со средней скоростью порядка 4 Мбит/сек.

Технические характеристики оборудования NetUP IPTV Combine 8x приведены в таблице 4.2

Таблица 4.2 - Технические характеристики оборудования NetUP IPTV Combine 8x

Конструкция	<ul style="list-style-type: none"> - Стандартный конструктив для монтажа в 19" телекоммуникационную стойку; - Высота: 1 Unit; - Размер (ШxВxГ): 430x44x411 мм; - Масса: 11,5 кг; - Питание: 90–264 В, 47–63 Гц.
Накопители	<ul style="list-style-type: none"> - Flash-карта для размещения операционной системы и конфигурационных файлов; - Жесткий диск объемом 1 ТБ для мультимедийного контента и базы данных. Данный объем позволяет хранить более 400 полнометражных фильмов в формате MPEG-2, битрейт 4 Мбит/сек.
Внешние интерфейсы	<ul style="list-style-type: none"> - Gigabit Ethernet 10/100/1000 Мбит/сек – 6 шт; - DVB Satellite –8 шт, Common Interface –8 шт; - Опционально: Платы оцифровки аналогового потока, RCA (стандартное разрешение, MPEG-2 audio/video) – 2 шт; - Опционально: ASI IN/OUT – 8 шт.
Управление	<ul style="list-style-type: none"> - LCD дисплей на передней панели для первоначальной настройки и просмотра статистики; - Веб-интерфейс администратора; - Java-интерфейс администратора; - SSH консоль, ОС Linux 2.6.x; - RS-232 консоль.

Окончание таблицы 4.2

Производительность	- Более 50 одновременных сессий на просмотр контента с жесткого диска (при скорости потоков 4 Мбит/сек каждый). Суммарная скорость – 200 Мбит/сек; - 8 транспондеров для приема телевизионных каналов со спутников. Суммарная скорость порядка 500 Мбит/сек.
Формат медиаконтента	- Формат VoD-файла – Transport stream; - Видео: SD, HD, FullHD – MPEG-2, H.264 (MPEG-4 AVC). Рекомендуются битрейт 4096 Кбит/сек и выше, разрешение 720x576 и выше; - Аудио: AC-3 либо MPEG Audio Layer 2, 48000 Hz, stereo, 128 Кбит/сек и выше.

4.7 Межсетевой экран

ZyWALL USG 2000 [15] – это высокоскоростной шлюз доступа нового поколения, позволяющий в одном устройстве с простым и наглядным интерфейсом решать весь комплекс задач сетевой безопасности, включая многофункциональную настраиваемую защиту от вирусов и спама, управление шириной полосы пропускания для разнообразных объектов сети, контроль трафика приложений, устранение вторжений и виртуальные частные сети.

Устройство имеет интуитивный пользовательский интерфейс с перекрестной системой навигации, встроенным справочником и графическим наблюдением состояния. Объектно-ориентированная модель управления даёт возможность максимально упростить настройку даже в сложнейших сетях.

Встроенная поддержка LDAP/MS AD/RADIUS помогает структурировать политики безопасности на основе уже существующей методики организации сети. Инструмент Application Patrol позволяет эффективно управлять сетевой активностью таких приложений как клиенты пиринговых сетей, IM, VoIP, потоковых трансляций и других.

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

В устройстве предусмотрено шесть настраиваемых портов LAN/DMZ и два совмещенных (SFP/copper) интерфейса WAN, осуществляется множественное резервирование доступа в Интернет и баланс нагрузки. Имеется резервирование подключения к провайдеру с помощью PCMCIA/USB модемов 2,5/3G, имеется возможность управления устройством через консольный модем по коммутируемой линии.

Благодаря поддержке маршрутизируемых (L2TP/IPSEC VPN) и двуранговых (SSL VPN) виртуальных частных сетей, ZyWALL USG 2000 может использоваться в роли VPN-концентратора, для группировки территориально расположенных объектов в единую сеть или разработка мобильных удаленных рабочих мест.

Модель ZyXEL ZyWALL USG 2000 по совокупности параметров занимает 192 место в рейтинге категории 'Маршрутизаторы и коммутаторы'. Это означает что она лучше, чем 90.4% моделей из данной категории. Модель не пользуется популярностью и не получила оценок. ZyXEL ZyWALL USG 2000 имеет характеристики, которые превосходят средние значение по категории. Среди них такие параметры как объем оперативной памяти, объем флеш-памяти. К минусам ZyWALL USG 2000 стоит отнести: Вес.

Таблица 4.3 – Характеристики ZyWALL USG 2000

Дополнительно	<ul style="list-style-type: none"> - Слот для жесткого диска HDD SATA 2.5'' - Слот для модуля SEM - Два слота расширения CardBus - Поддержка IPv6
Комплект поставки	Межсетевой экран, Два кабеля питания, Y-разветвитель RS-232 для подключения по консоли, Кабель Ethernet, Руководство пользователя, Монтажный комплект
Тип упаковки	Retail
Ширина	430,7
Длина	487
Высота	89
Вес	10,5
Тип	Межсетевой экран
Тип сети	Ethernet / 3G
Интерфейс подключения	- Интерфейс подключения: RJ-45, USB

Окончание таблицы 4.3

Порты	- Шесть разъемов RJ-45 / Два комбо порта RJ-45/SFP / Два порта RS-232 / Два порта USB 2.0
Производительность	- Объем памяти: 2 Гбайт системная память - 256 Мбайт флэш-память - Максимальное количество пользовательских сессий: 1 000 000 (20 000 сессий в секунду)
Возможность установки в стойку/крепление на стену	- Возможность установки в стойку 19" (1U)
Режимы Спр	- Сервер - Клиент
Таблица MAC Спр	- 8
Управление Спр	- Веб-интерфейс - Через программное обеспечение
Индикаторы Спр	- Индикаторы: питание, система, активность, скорость
Питание Спр	- Встроенный адаптер питания от сети
Скорость передачи данных (Ethernet)	- до 1000 Мбит/с
Файервол	Присутствует
Описание портов	- Шесть портов WAN/LAN1/LAN2/WLAN/DMZ RJ-45 10/100/1000 Мбит/сек - Два порта SFP/RJ45 WAN 10/100/1000 Мбит/сек - Два порта USB 2.0 для подключения 3G модема - Консольный порт RS-232 (DB9F) - Порт RS-232 (DB9M) для резервирования связи
Сетевые протоколы	Динамический ALG: SIP/H.323, FTP, IPSec, L2TP, MSN, PPTP, RTP
Безопасность сети	- Блокирование эксплойтов, троянов, бэкдоров и т.п. - Поточковый антивирус Касперского или ZyxEL с поддержкой протоколов HTTP/SMTP/POP3/IMAP4/FTP - Предотвращение DoS/DDoS-атак Защита от спама по технологии Commtouch
Функции межсетевого экрана	МСЭ с контролем состояния сессий (SPI Firewall)
Скорость Wi-Fi	- Проводной
Частотный диапазон Wi-Fi	- Проводной

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.353.ПЗВКР

Лист

53

4.8 Выбор топологии построения [17]

Топология «Звезда» - базовая топология компьютерной сети, предполагает подключение каждого компьютера отдельным кабелем (витая пара 5 категории) к отдельному порту устройства (концентратор, повторитель или хабб). Данная сетевая топология наиболее удобна при поиске повреждений сетевых элементов (кабеля, сетевых адаптеров или разъёмов).

Достоинства: Отличается от других полным отсутствием конфликтов в ЛВС – это достигается за счёт централизованного управления; Поломка одного из узлов или повреждение кабеля не окажет никакого влияния на целую сеть; Наличие только двух абонентов, основного и периферийного, позволяет упростить сетевое оборудование; Скопление точек подключения в небольшом радиусе упрощает процесс контроля сети, а также позволяет повысить её безопасность путём ограничения доступа посторонних.

Недостатки: в случае отказа центрального сервера полностью становится неработоспособной; Стоимость выше, чем остальных топологий, поскольку кабеля требуется гораздо больше

Топология «Кольцо» - это топология в которой каждый компьютер соединён линиями связи только с двумя другими: от одного он только получает информацию, а другому только передаёт. На каждой линии связи, как в случае звезды, работает только один передатчик и один приёмник. Это позволяет отказаться от применения внешних терминалов.

Каждый компьютер возобновляет сигнал, то есть выступает в роли повторителя, потому затухание по всему кольцу не имеет никакого значения, важно только затухание между соединениями компьютерами кольца. Чётко выделенного центра нет, все компьютеры могут быть одинаковыми.

Достаточно часто в кольце выделяется специальный абонент, который управляет обменом или контролирует обмен. Наличие такого абонента снижает надёжность сети, потому что выход из строя сразу же парализует весь обмен.

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

Таблица 4.4 – Достоинства и недостатки топологии «Кольцо»

Достоинства	Недостатки
<ul style="list-style-type: none"> - Быстрое создание и настройка локальных сетей. - Лёгкое масштабирование, требующее, однако, прекращения работы сети на время установки нового узла. - Большое количество возможных абонентов. - Устойчивость к перегрузкам и отсутствие сетевых конфликтов. - Возможность увеличения сети до огромных размеров за счёт ретрансляции сигнала между компьютерами. 	<ul style="list-style-type: none"> - Каждая рабочая станция должна активно участвовать в пересылке информации; в случае выхода из строя хотя бы одной из них или обрыва кабеля – работа всей сети останавливается. - Подключение новой рабочей станции требует краткосрочного выключения сети, поскольку во время установки нового ПК кольцо должно быть разомкнуто. - Сложность конфигурации и настройке. - Сложность поиска неисправностей.

Топология «Шина» - это общий кабель (шина или магистраль), к которому подсоединены все рабочие станции. Каждый компьютер подключается к коаксиальному кабелю с помощью T-разъёма. На концах кабеля находятся терминаторы, для предотвращения отражения сигнала.

В этом способе соединения все рабочие станции подключены к единственной линии – коаксиальному кабелю, а данные от одного абонента отсылаются остальным в режиме полудуплексного обмена. Топология такого вида предполагает наличие на каждом конце шины специального терминатора, без которого сигнал искажается. Терминаторы предотвращают отражение сигналов т.е. используются для гашения сигналов, которые достигают концов канала передачи данных.

Достоинства: Все компьютеры равноправны; возможность легкого масштабирования сети даже во время её работы; выход из строя одного узла не оказывает влияния на остальные; расход кабеля существенно уменьшен.

Недостатки: Недостаточная надёжность сети из-за проблем с разъёмами кабеля; маленькая производительность, обусловлена разделением канала между всеми абонентами; сложность управления и обнаружения неисправностей за счёт параллельно включенных адаптеров; Длина линии связи ограничена,

поэтому эти виды топологий применяются только для небольшого количества компьютеров.

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

5 ВЫБОР ТИПА ЛИНИИ СВЯЗИ

5.1 Выбор типа линии связи и план размещения оборудования

Построение сети предусматривает:

- Прокладку оптического кабеля до ближайшей АТС – 9300 метров
- Прокладку оптического кабеля по территории жилого комплекса – 1600 метров
- Прокладываемый оптический кабель обязан соответствовать всем необходимым требованиям, в частности подходить для прокладки в кабельной канализации или грунте.
- В качестве основного оптического кабеля выбран ДПС-П-12У (3х4)-7кН.

Кабели марки ДПС [18] применяются для прокладки в грунтах всех групп, в кабельной канализации, трубах, блоках, тоннелях, коллекторах, по мостам и эстакадам, внутри зданий при наличии особо высоких требований по механической устойчивости.

Повив оптических модулей вокруг стеклопластикового прутка защищен промежуточной полиэтиленовой оболочкой, броней из стальных оцинкованных проволок и покрыт наружной оболочкой из полимерного материала.

Кабель содержит сердечник модульной конструкции с центральным силовым элементом из диэлектрического стержня, вокруг которого скручены оптические модули со свободно уложенными волокнами. Свободное пространство в оптических модулях и в сердечнике кабеля заполнено гидрофобным гелем. На сердечник накладывается промежуточная оболочка из полиэтилена средней плотности. На промежуточную оболочку спирально накладывается броня из стальных проволок.

Свободное пространство между проволоками заполнено гидрофобным гелем. На броню накладывается оболочка из полиэтилена средней плотности.

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

Таблица 5.1 – Параметры эксплуатации кабеля и технические характеристики ДПС-II-12У (3x4)-7кН

Параметры эксплуатации:	Технические характеристики:
<ul style="list-style-type: none"> - Рабочая температура, °С -50...+70 - Температура монтажа, °С -30...+50 - Транспортировка и хранение, °С 60...+70 - Миним. радиус изгиба, диаметров кабеля не менее 20 - Срок службы, год 25 - Срок гарантийной эксплуатации, год не менее 2 - Миним. радиус изгиба ОВ не менее 3 мм (в течение 10 мин) 	<ul style="list-style-type: none"> - Допустимое растягивающее усилие, кН 7 - Диаметр кабеля, 12,2 мм - Раздавливающая нагрузка, кН/см 0,4 - Радиус изгиба, мм 183 - Вес кабеля, кг/км 228,3

На рисунке 5.1 изображен план прокладки волоконно-оптического кабеля в грунте по территории жилого комплекса «Светлый»



Рисунок 5.1 - Ситуационная схема трассы прокладки кабеля по территории жилого комплекса «Светлый».

В виде белого круга обозначена точка ввода оптического кабеля в дом.

Коммутаторы доступа размещаются на технических этажах (если такие предусмотрены в доме) в специальных антивандальных шкафах. В шкафу размещается источник обеспечения бесперебойного питания и сетевой фильтр для защиты от скачков напряжения. От коммутаторов доступа до клиентского оборудования прокладывается медный кабель UTP. Между этажами он будет укладываться в пластиковый кабель-канал.

Что бы подобрать длину медного кабеля и правильно расположить оборудование в секции следует учесть высоту здания и длину коридора. В таблице 5.2 показаны значения длины коридора и высота объекта.

Таблица 5.2 Значение длины коридора и высота здания/секции

Объект	Номер секции	Высота здания/секции	Длина коридора
Дом 1	Секция 1	81,1 м.	28 м.
	Секция 2	81,1 м.	32 м.
Дом 2	Секция 1	81,1 м.	28 м.
	Секция 2	81,1 м.	32 м.
Дом 3	Секция 1	81,1 м.	28 м.
	Секция 2	81,1 м.	32 м.
Дом 4	Секция 1	81,1 м.	28 м.
	Секция 2	81,1 м.	40 м.
	Секция 3	81,1 м.	32 м.
Дом 5	Секция 1	99 м.	32 м.
	Секция 2	99 м.	36 м.
	Секция 3	81,1 м.	36 м.
	Секция 4	81,1 м.	32 м.
Итого:	13	1090,1	416 м.

От коммутаторов доступа до клиентского оборудования был выбран кабель Cabeus UTP-100P-Cat.5-IN Кабель витая пара UTP (U/UTP) [19], категория 5, 100 пар (24 AWG), одножильный (solid), PVC, Диаметр проводника (жилы): 0,5 мм (24 AWG)

В таблице 5.3 показано описание кабеля Cabeus UTP-100P-Cat.5-IN

Таблица 5.3 описание кабеля Cabeus UTP-100P-Cat.5-IN

<p>Технические характеристики:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Диаметр проводника с оболочкой: 0,9 мм - Внешний диаметр (размер) кабеля: 25 мм - Толщина внешней оболочки: 1,5 мм - Минимальный радиус изгиба: 10 внешних диаметров кабеля - Удлинение жилы: не менее 14% - Усилие на разрыв рипкорда: 10 кг - Растягивающее усилие: 500 Н - Прочность на разрыв: 600 Н - Температура прокладки: -5°С до +40°С - Рабочая температура: -20°С – +50°С - Вес 1 км кабеля: 600 кг - Стандартная упаковка: 500 м
<p>Спецификации:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Соответствует стандартам ANSI/TIA/EIA-568-A и ISO/IEC 11801 - Класс пожарной безопасности СМ - Кабель соответствует стандарту пожарной безопасности UL 1581 VW-1
<p>Материалы:</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Проводящий материал: проволока из мягкой отожженной электролитической меди - Изоляция жил: полиэтилен высокой плотности - Внешняя оболочка: ПВХ (поливинилхлорид)
<p>Описание:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Неэкранированный многопарный медный кабель, 100 пар, категория 5, одножильный - Кабель подходит для использования внутри помещений - Разделение пар: 4 пучка по 5 модулей по 5 витых пар в каждом модуле (4x5x5) - Пучки и модули обвиты (промаркированы) полимерной лентой индивидуального цвета
<p>Цветовая кодировка проводников многопарных и телефонных кабелей Cabeus:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Цветовая маркировка в каждом пучке (25 витых пар) повторяется - Каждый пучок (25 витых пар) разбит на 5 модулей (5 витых пар) - На рисунке 5.2 представлена цветная маркировка кабеля.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.353.ПЗВКР

Лист

60

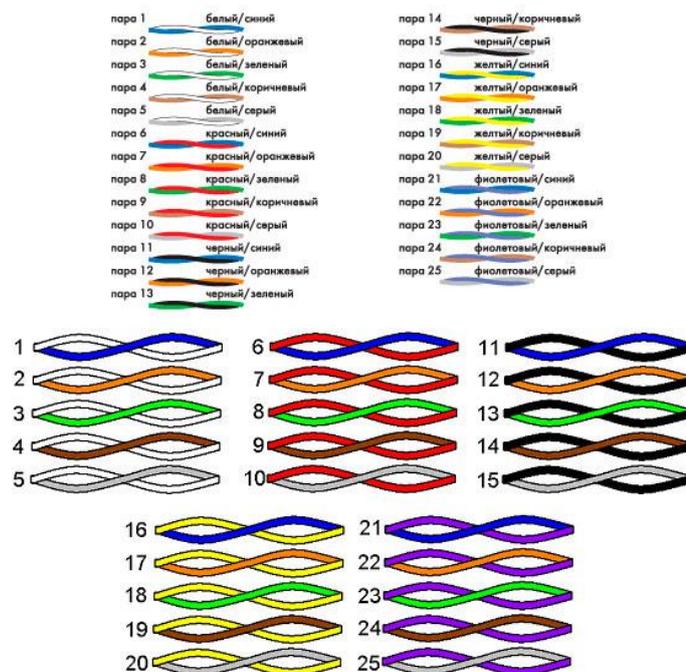


Рисунок 5.2 – Цветная маркировка кабеля Cabeus UTP-100P-Cat.5-IN

Так как технология Ethernet работает на расстоянии до ста метров, а дома имеют слишком большую высоту, часть оборудования следует разместить в подвальном помещении, а часть в техническом этаже. На рисунке 5.3 изображен пример размещения оборудования в домах 1 - 3.

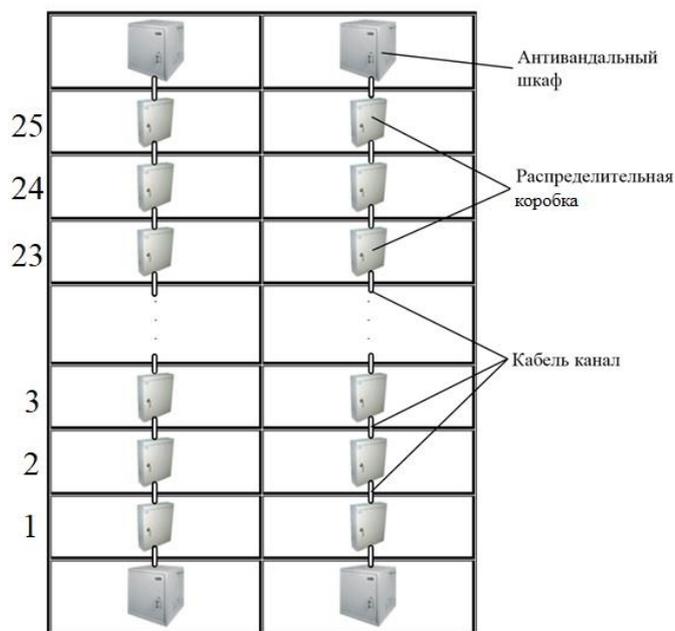


Рисунок 5.3 - План размещения оборудования доступа в жилом доме 1 – 3

Ответственность за сохранность оборудования и кабельных систем возложена на управляющую компанию, которая обслуживает дом. Провайдер должен обеспечить услугу в полном объеме и далее следить за стабильностью ее предоставления. В случае выхода оборудования из строя он обязан в кратчайшие сроки заменить его, при обнаружении повреждений кабеля также должен их устранить, если повреждения произошли по вине абонента или иных лиц, то целостность кабеля восстанавливается за счет собственных средств абонента. На рисунке 5.4 показан пример подключения абонентских устройств на этаже. Красной линией на рисунке 5.4 обозначен специальный кабель-канал для прокладки медного кабеля UTP. Кабель-канал монтируется таким образом, чтобы не мешать другим кабельным системам. Заводится кабель в квартиру к абоненту через высверленное отверстие на уровне 10-15 см от пола или выше дверной коробки.

Серверы и устройства уровня ядра могут быть размещены в отдельных стойках в помещении, предположительно на АТС «АЛВО» в г. Екатеринбург т.к. оно соответствует всем необходимым техническим нормам, либо в необслуживаемых помещениях на территории квартала.

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	<i>Лист</i>
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

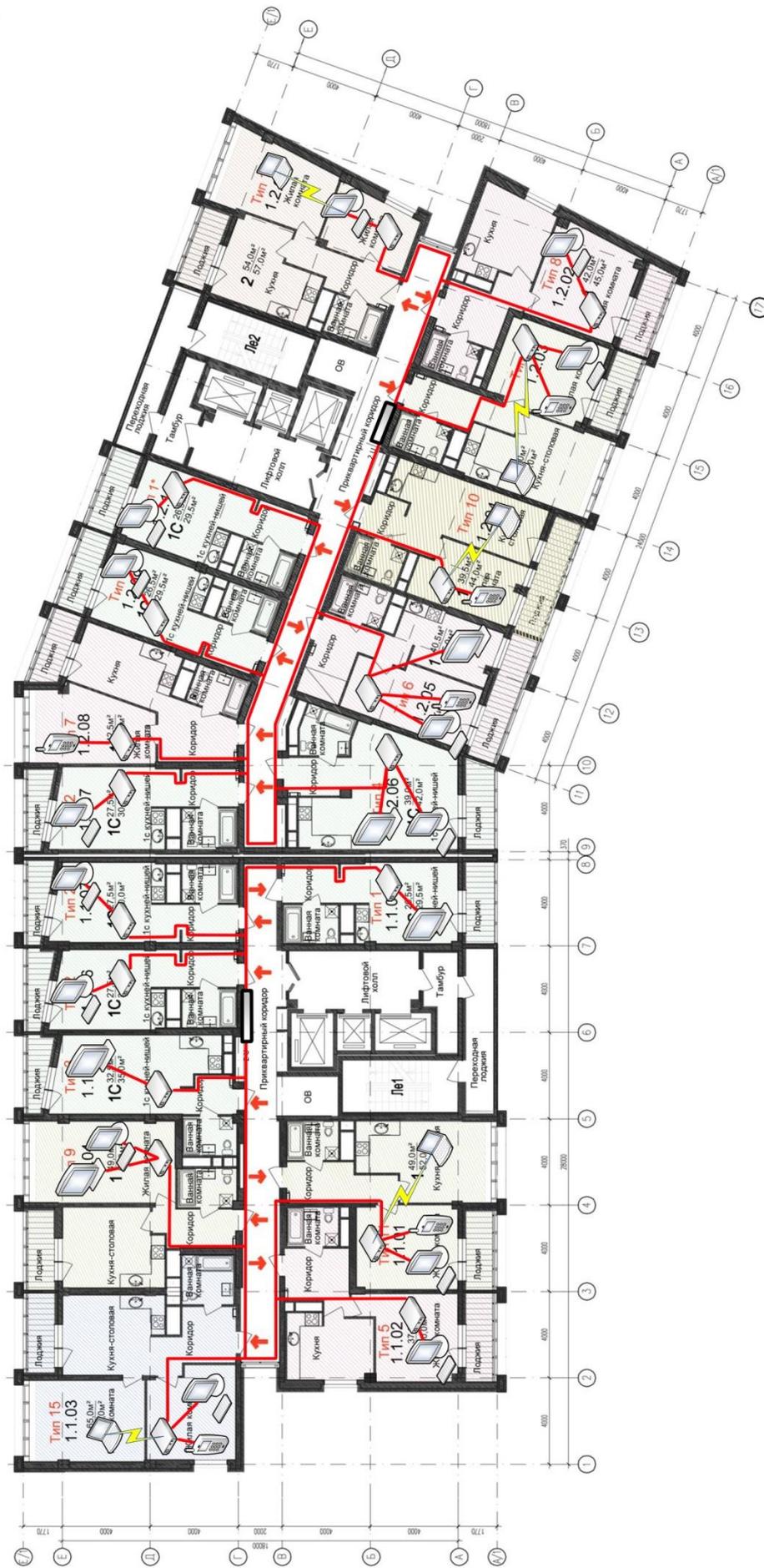


Рисунок 5.4 - пример подключения абонентских устройств на этаже (дом 1 - 3).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

11070006.11.03.02.353.ПЗВКР

6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

6.1 Капитальные вложения

К капитальным вложениям 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:

- стоимость кабеля;
- установка и монтаж оборудования;
- стоимость оборудования;
- прокладка кабеля в канализации;
- прочие непредвиденные расходы.

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:

$$K_{об} = \sum_{i=1}^N K_i, \text{ руб.} \quad (6.1)$$

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

где Коб - суммарный объем затрат на приобретение оборудования, руб; Кi – общая стоимость одной позиции (типа оборудования); N – количество позиций.

Таблица 6.1 – Смета затрат на приобретение оборудования

Наименование	Кол-во единиц	Стоимость (руб.)	
		За единицу	Всего
HP 2530-48G-2SFP+	67	85 834	5 750 878
HP 2530-24G-2SFP+	10	73 573	735 730
HP 1920-24G-PoE+	5	39 478	197 390
HP 1910-8G-PoE+	1	24 797	24 797
HP 3800-24SFP-2SFP+	7	437 480	3 062 360
HP 5820X-24XG-SFP+	1	854 047	854 047
SMG-2016	1	157 380	157 380
Carbon Blling	1	150 000	150 000
Система авторизации Carbon Campus Server	1	140 000	140 000
NetUP IPTV Combine 8x	4	625 000	2 500 000
Коннекторы RJ-45	3275	5	16 375
ИБП UPS 400VA FSP	77	2 850	219 450
Сетевой фильтр	77	1 050	80 850
ПО Mail-сервера	1	65 000	65 000
ПО DNS-сервера	1	60 000	60 000
ПО FTP и HTTP серверов	1	130 000	130 000
Кабель оптический ДПС-П-12У (3x4)-7кН	10,9	48 344	526 956,69
Кабель витая пара Cabeus UTP-100P-Cat.5-IN	9000	400	3 605 490
Антивандалные шкафы	26	3 190	82 940
Распределительные коробки	337	518	174 566
Муфта МТОК 96Г1	15	2 800	42 000
ИТОГО:			18 576 209,69

Общие затраты на прокладку кабеля составят:

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

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

$$K_{каб} = 10,9 * 260000 = 2834000$$

Капитальные вложения рассчитываются следующим способом:

$$K_{оборот} = K_{пр} + K_{тр} + K_{смп} + K_{м/у} + K_{зср} + K_{нпр} \quad (6.3)$$

$$K_{оборот} = 18\,576\,209,69 + 18\,576\,209,69 * (0,04 + 0,2 + 0,03 + 0,012 + 0,005) + 2\,834\,000 = 26\,741\,581,87$$

6.2 Расчёт эксплуатационных расходов

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

Для определения эксплуатационных расходов по проекту используются следующие статьи:

- затраты на оплату труда;
- страховые взносы;
- амортизация основных фондов;
- материальные затраты;
- прочие производственные расходы.

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 6.2

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

Таблица 6.2 – Состав персонала

Наименование должности	Оклад	Количество человек	Сумма з/п, руб.
Ведущий инженер	40 000	1	40 000
Инженер 1 категории	30 000	2	60 000
Инженер - программист	25 000	2	50 000
Монтажник	20 500	2	41 000
Электромеханик	20 500	1	20 500
Итого:		8	211 500

Годовой фонд оплаты труда для персонала рассчитывается как:

$$\Phi OT = \sum_{i=1}^K (T * P_i * I_i) * 12, \text{ руб.} \quad (6.4)$$

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

$$\Phi OT = 211500 * 12 = 2538000, \text{ руб.}$$

На сегодняшний день (2016 год) этот показатель составляет порядка **30%** от заработной платы. В случае, если доход работника за 1 год превысит 796 тыс. рублей, то на него вносится дополнительный налог в 10%. При превышении базы в 718 тыс. рублей взносы в ФСС не уплачиваются).

6.3 Страховые взносы

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

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$CB = ФОТ * 0,3, \text{ руб} \quad (6.5)$$

$$CB = 2538000 * 0,3 = 761400,00$$

6.4 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, в этом случае:

$$AO = T / F, \text{ руб.} \quad (6.6)$$

где T – стоимость оборудования, F – срок службы этого оборудования.

$$AO = 18576209 / 10 = 1857620,96, \text{ руб.}$$

6.5 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:

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

$$Зэн = T * 24 * 365 * P, \text{ руб.} \quad (6.7)$$

где T = 3,54 руб./кВт. час – тариф на электроэнергию, P = 5,1 кВт – суммарная мощность установок.

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

Тогда, затраты на электроэнергию составят

$$Z_{ЭН} = 3,54 * 24 * 365 * 5,1 = 158153,04, \text{ руб.}$$

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

$$Z_{МЗ} = КВ * 0,035 \quad (6.8)$$

$$Z_{МЗ} = 26741581,86 * 0,035 = 935955,37$$

Таким образом, общие материальные затраты равны

$$Z_{\text{общ}} = 158153658 + 935955,37 = 1094108,41, \text{ руб.}$$

6.6 Прочие расходы

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

$$Z_{пр} = 0,05 * \text{ФОТ} \quad (6.9)$$

$$Z_{эк} = 0,05 * \text{ФОТ} \quad (6.10)$$

Подставив значения в формулы (6.9) и (7.0), получается:

$$Z_{пр} = 0,05 * 2538000 = 380700, \text{ руб.}$$

$$Z_{эк} = 0,07 * 253000 = 634500, \text{ руб.}$$

Таким образом, вычисляются прочие расходы:

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

Зпрочие = 380700 + 634500 = 1015200 , руб.

Результаты расчета годовых эксплуатационных расчетов сводятся в таблицу 6.3

Таблица 6.3 – Результаты расчета годовых эксплуатационных расходов

Наименование затрат	Сумма затрат, руб.	Удельный вес статей, %
1. ФОТ	2 538 000,00	34,92822675%
2. Страховые взносы	761 400,00	10,47846802%
3. Амортизационные отчисления	1 857 620,97	25,56477794%
4. Материальные затраты	1 094 108,41	15,05723659%
5. Прочие расходы	1 015 200,00	13,9712907%
ИТОГО	7 266 329,37	100%

6.7 Калькуляция доходов

Таблица 6.4 – Количество подключаемых абонентов в определенный год.

ГОД	Интернет		IPTV		IP телефония	
	Физическ ие лица	Юридичес кие лица	Физическ ие лица	Юридичес кие лица	Физическ ие лица	Юридичес кие лица
1	638	7	352	0	185	7
2	688	8	380	0	199	8
3	731	15	409	0	208	15
4	652	14	366	0	185	14
5	516	6	286	0	149	6
ИТОГО	3225	50	1793	0	926	50

Таблица 6.5 – Тарифы для абонентов.

Наименование услуги	Стоимость руб.	
	Юридические лица	Физические лица
Интернет	2 500	500
IPTV	1 500	200
IP телефония	800	100
Абонентская плата за подключение:	1 000	300

Подразумевается, что из 100% имеющих доступ к сети интернет только 30% подключили услугу IP-телефония и 55% IP-TV. В таблице 6.6 представлены Доходы в результате подключения абонентов и предоставления услуг по годам.

Таблица 6.6 – Доходы от подключения абонентов и предоставления услуг по годам

Год	От подключения	От абонентской платы	За год
1	198 400,00	431 000,00	5 370 400,00
2	214 400,00	466 300,00	5 810 000,00
3	234 300,00	517 600,00	6 445 500,00
4	209 600,00	463 900,00	5 776 400,00
5	160 800,00	349 900,00	4 359 600,00

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

6.8 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):

$$NPV = PV - IC \quad (6.11)$$

где PV – денежный доход, рассчитываемый по формуле (5.10); IC – отток денежных средств в начале n -го периода, рассчитываемый по формуле (5.11).

$$PV = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} \quad (6.12)$$

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

$$IC = \sum_{n=1}^m \frac{I_n}{(1+i)^{n-1}} \quad (6.13)$$

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 8,5%. В таблице 6.7 приведен расчет дисконтированных доходов и расходов, а также чистый денежный доход с учетом дисконтирования, параметр P_n показывает доход, полученный за текущий год.

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$P_i = P_{подкл(i)} + P_{аб(i)} + \sum_{i=2}^T P_{подкл(i-1)} - P_{аб(i-1)} \quad (6.14)$$

Таблица 6.7 – Оценка экономических показателей проекта с учетом дисконта

Год	P	PV	I	IC	NPV
0	0,00	0,00	34007911,24	34007911,24	-34007911,24
1	5370400,00	4949677,42	7266329,37	40704989,00	-35755311,58
2	11180400,00	14446927,31	7266329,37	46877410,90	-32430483,60
3	22996300,00	32450916,81	7266329,37	52566279,02	-20115362,21
4	45323500,00	65155188,88	7266329,37	57809475,43	7345713,45
5	89230200,00	124497325,01	7266329,37	62641914,53	61855410,49
6	89230200,00	270073497,12	7266329,37	67095775,44	202977721,68
7	89230200,00	428023643,86	7266329,37	71200716,38	356822927,48
8	89230200,00	599399553,07	7266329,37	74984072,08	524415480,98

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

Точный срок окупаемости можно рассчитать по формуле:

$$PP = T + \left| NPV_{n-1} \right| / (\left| NPV_{n-1} \right| + NPV_n) \quad (6.15)$$

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

$$PP = 4 + 20115362.21 / (20115362.21 + 7345713.45) = 4,73 = 4 \text{ года } 7 \text{ месяцев}$$

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

расходам.

$$PI = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} / \sum_{n=1}^m \frac{I_n}{(1+i)^{n-1}} \quad (6.16)$$

Индекс рентабельности при 6 летней реализации проекта составит:

$$PI = 65155188.88 / 57809475.43 = 1.12 = 12\%$$

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:

$$IRR > i \quad (6.17)$$

где *i* – ставка дисконтирования

Расчет показателя *IRR* осуществляется путем последовательных итераций. В этом случае выбираются такие значения нормы дисконта *i*₁ и *i*₂, чтобы в их интервале функция *NPV* меняла свое значение с «+» на «-», или наоборот.

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

Далее по формуле делается расчет внутренней нормы доходности:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1) \quad (6.18)$$

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

Для данного проекта: $i_1=8,5$, при котором $NPV_1 = 7345713.451$ руб.; $i_2=16$ при котором $NPV_2 = -1637378.096$ руб., следовательно, расчет внутренней нормы доходности будет иметь вид:

$$IRR = 8.5 + 7345713.451 / (7345713.451 - (-1637378.096)) * (16 - 8.5) = 14.63294995$$

Таким образом, внутренняя норма доходности проекта составляет 14,63 %, что больше цены капитала, которая рассматривается в качестве 8,5%, таким образом, проект следует принять.

Таблица 6.8 – Основные технико-экономические показатели проект

Наименование показателей	Значения показателей
Объем капитальных вложений в проект, руб.	26 741 581,86
Годовые эксплуатационные расходы, руб., в том числе:	7 266 329,37
ФОТ	2 538 000,00
Страховые взносы	761 400,00
Амортизационные отчисления	1 857 620,97
Общие материальные затраты	1 094 108,41
Прочие расходы	1 015 200,00
Численность персонала по обслуживанию линейного тракта, чел.	8
Количество абонентов, чел.	3275
Срок окупаемости	4 года 7 месяцев
Рентабельность	12%
Внутренняя норма доходности	14,63

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 и Ethernet.

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.

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
						76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

8 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.

8.1 Меры по охране окружающей среды [22,23, 27]

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

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

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 т.д.

8.2 Техника безопасности и охрана труда на предприятиях связи [24-26,28]

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.).

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

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.

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте в результате выполненной работы были разработаны рекомендации по построению мультисервисной сети связи для жилого комплекса «Светлый» города Екатеринбург. Проект мультисервисной сети включает в себя описание района, описание инфраструктуры квартала, расчёт количества подключаемых абонентов, анализ конкурентов, перечень предоставляемых услуг. Изучены современные технологии предоставления услуг связи такие как xDSL и FTTx, в результате чего выбрана оптимальная, с точки зрения количества предоставляемых услуг и соотношения цена-качеств, на основе которой и была разработана мультисервисная сеть.

Результатом проектирования является схема мультисервисной сети связи построенная по архитектуре FTTB на базе технологии Fast Ethernet. Общее количество потенциальных абонентов в жилом комплексе «Светлый» 3275, из которых 50 являются юридическими лицами. Для абонентов данного жилого комплекса были предоставлены основные мультисервисные услуги – IP-телефония, IPTV, доступ к сети интернет. В качестве топологии построения сети была выбрана топология «Звезда» из-за её надёжности и простоты реализации. В такой сети очень просто находить и исправлять неполадки, да и её обслуживание отнимает куда меньше времени. При подключении новых компьютеров к сети типа "звезда" она сохраняет свою работоспособность в отличие от других вариантов построения.

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

Для правильной оценки инвестирования в проектируемой работе была составлена смета затрат на создание сети и рассчитаны такие экономические показатели как рентабельность, срок окупаемости и др.

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

В результате можно сделать вывод о том, что разрабатываемая мультисервисная сеть связи жилого комплекса «Светлый» города Екатеринбург экономически эффективна. На реализацию проекта потребуется 26741581,86 рублей, годовые затраты по эксплуатацию 7266329,37 рублей, проект начнёт приносить прибыль спустя 4 года и 7 месяцев эксплуатации, рентабельность 12 %.

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.

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Электронный ресурс ЖК «Светлый» / [Электронный ресурс] / Режим доступа - <http://svetliy-ekb.ru> (дата обращения 20.04.2017)
2. Информационный ресурс <http://svetliy-ekb.ru/about/dokumentaciya/> / [Электронный ресурс] / Режим доступа - <http://svetliy-ekb.ru> (дата обращения 10.11.2016)
3. Электронный ресурс АТС «АЛЬВО» / [Электронный ресурс] / Режим доступа - <http://www.tkalvo.ru> (дата обращения 20.04.2017)
4. Обзор технологий xDSL / [Электронный ресурс] / Режим доступа - <http://www.adslnet.ru/pages/technologies/xdsl/> (дата обращения 25.04.2017)
5. Обзор технологий xDSL / [Электронный ресурс] / Режим доступа - <http://www.xdsl.ru/dsl.htm/> (дата обращения 25.04.2017)
6. Обзор технологий FTTx / [Электронный ресурс] / Режим доступа - <https://nethistory.wordpress.com/2011/02/01/fttx-pon/> (дата обращения 28.04.2017)
7. Технологии группы FTTx / [Электронный ресурс] / Режим доступа - <http://siblec.ru/index.php?dn=html&way=bW9kL2h0bWwvY29udGVudC84c2VtLzA5NC8xNC02LTEuaHRt> (дата обращения 28.04.2016)
8. Преимущества реализации технологий FTTx / [Электронный ресурс] / Режим доступа - <http://siblec.ru/index.php?dn=html&way=bW9kL2h0bWwvY29udGVudC84c2VtLzA5NC8xNC02LTEuaHRt> (дата обращения 28.04.2017)
9. Описание и технические характеристики коммутатора HP 2530-48G-2SFP [Электронный ресурс] / Режим доступа - <http://www.cpumem.ru/catalog/setevoe-oborudovanie/kommutatory/upravlyaemye/j9855a-kommutator-hp-2530-48g-2sfp-switch> (дата обращения 05.05.2017)
10. Описание и технические характеристики коммутатора HP 2530-24G-2SFP [Электронный ресурс] / Режим доступа - <http://www.cpumem.ru/catalog/setevoe->

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

oborudovanie/kommutatory/upravlyaemye/j9856a-kommutator-hp-2530-24g-2sfp-switch (дата обращения 05.05.2017)

11. Описание и технические характеристики коммутатора HP 3800-24SFP-2SFP+. [Электронный ресурс] / Режим доступа - <http://www.cpumem.ru/catalog/setevoe-oborudovanie/kommutatory/upravlyaemye/j9584a-kommutator-hp-3800-24sfp-2sfp-switch> (дата обращения 10.05.2017)

12. Описание и технические характеристики коммутатора HP 5820X-24XG-SFP+ [Электронный ресурс] / Режим доступа - <http://skilline.ru/products/hp-5820x-24xg-sfp-switch> (дата обращения 10.05.2017)

13. Описание и технические характеристики Голосового шлюзв SMG – 2016 [Электронный ресурс] / Режим доступа - <https://shop.nag.ru/catalog/02601.VoIP-i-Telefoniya/04265.TSifrovye-shlyuzy-E1-Eltex/15353.SMG-2016> (дата обращения 20.05.2017)

14. Описание и технические характеристики NetUP IPTV Combine 8x [Электронный ресурс] / Режим доступа - http://www.netup.tv/ru-RU/iptv_combine_8x.php (дата обращения 25.05.2017)

15. Описание и технические характеристики биллинговой системы Carbon Blling 5 [Электронный ресурс] / Режим доступа - https://www.carbonsoft.ru/products/carbon_billing/ (дата обращения 26.05.2017)

16. Описание и технические характеристики ZyWALL USG 2000 [Электронный ресурс] / Режим доступа - <http://www.insotel.ru/model.php?id=4314> (дата обращения 24.11.2016)

17. Топологии локальных сетей [Электронный ресурс] / Режим доступа - http://www.vadzhra.ru/topology_of_local_networks.html (дата обращения 31.05.2017)

18. Описание и технические характеристики кабеля ДПС-П-12У (3х4)-7кН [Электронный ресурс] / Режим доступа - <https://www.ssd.ru/kabel-dps-p-12u-3kh4-7kn> (дата обращения 05.06.2017)

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

19. Описание и технические характеристики кабеля Cabeus UTP-100P-Cat.5-IN [Электронный ресурс] / Режим доступа - <http://lanbi.ru/catalog/id2750> (дата обращения 10.06.2017)

20. Описание и технические характеристики коммутатора HP 1920-24G-PoE+ [Электронный ресурс] / Режим доступа - <https://shop.nag.ru/catalog/00001.Kommutatory/13184.HP/19451.JG926A> (дата обращения 10.06.2017)

21. Описание и технические характеристики коммутатора HP 1920-8G-PoE+ [Электронный ресурс] / Режим доступа - <http://www.insotel.ru/model.php?id=9600> (дата обращения 11.06.2017)

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

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

24. 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]/ <http://www.referent.ru/1/35512> (дата обращения 12.06.2017)

25. 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 15.06.2017)

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

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

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

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

					11070006.11.03.02.353.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85