

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 СЕТИ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО
АБОНЕНТСКОГО ДОСТУПА В МИКРОРАЙОНЕ «САДОВЫЙ»
Г.СОЛНЕЧНОГОРСК**

Выпускная квалификационная работа
обучающегося по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные
технологии и системы связи
заочной формы обучения, группы 07001252
Нехаева Дмитрия Викторовича

Научный руководитель
ст. преп. кафедры
Информационно-
телекоммуникационных
систем и технологий
НИУ «БелГУ» Бабаринов С.Л.

Рецензент
Ведущий инженер
Белгородского филиала
ПАО «Ростелеком»
Уманец С.В.

БЕЛГОРОД 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ МИКРОРАЙОНА «САДОВЫЙ» Г. СОЛНЕЧНОГОРСК	
1.1 Анализ инфраструктуры объекта	6
1.2 Экспликация объекта	7
1.3 Анализ существующей сети связи	12
2 ВЫБОР ВАРИАНТА РЕАЛИЗАЦИИ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ	
2.1 Постановка задачи проектирования	14
2.2 Требования к интегрированной мультисервисной сети связи микрорайона «Садовый» г. Солнечногорск	15
2.3 Разработка стратегии проектирования сети связи микрорайона «Садовый» г. Солнечногорск	16
2.4 Выбор технологии для реализации мультисервисной сети связи	18
2.4.1.Технология GERON	21
3 РАСЧЕТ ТРАФИКА ГЕНЕРИРУЕМОГО АБОНЕНТАМИ	
3.1 Распределение абонентов по категориям	28
3.2 Расчет трафика, генерируемого абонентами сети	29
3.3 Расчет характеристик проектируемой сети для предоставления услуг доступа к глобальной сети Internet	31
3.4 Расчет характеристик трафика для предоставления услуг видео	34
3.5 Расчет общей пропускной способности сети	37

					11070006.11.03.02.021.ПЗВКР			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		<i>Нехаев Д.В.</i>			Проектирование сети высокоскоростного абонентского доступа в микрорайоне «Садовый» г.Солнечногорск	Лит.	Лист	Листов
Провер.		<i>Бабаринов С.Л</i>					2	97
Рецензент		<i>Уманец С.В.</i>				<i>НИУ БелГУ гр. 07001252</i>		
Норм. контр		<i>Бабаринов С.Л</i>						
Утвердил		<i>Жуляков Е.Г.</i>						

4 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ	38
4.1 Оборудование уровня ядра сети	38
4.2 Оборудование уровня агрегации сети	39
4.3 Оборудование уровня доступа	41
4.4 Сервисное оборудование	44
4.5 Выбор типа линии связи	49
5 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ СЕТИ	52
5.1 Организация связи	52
5.2 Рекомендации по установке оборудования	54
5.3 Рекомендации по прокладке линий связи	58
6 РАСЧЕТ ОБЪЕМА ОБОРУДОВАНИЯ И ЛИНЕЙНО-КАБЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ	61
7 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА	64
7.1 Оценка капитальных вложений в проект	64
7.2 Калькуляция эксплуатационных расходов	67
7.3 Определение тарифных доходов	70
7.4 Определение оценочных показателей проекта	75
8 ОХРАНА ТРУДА, ТЕХНИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА	80
8.1 Анализ травматизма и профессиональных заболеваний на предприятии	80
8.2 Требования к рабочему месту	84
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	92
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	93

ВВЕДЕНИЕ

Солнечногорск — один из самых быстро развивающихся городов. Постоянный рост численности городского населения г. Солнечногорск стало причиной закладки и строительства новых микрорайонов и жилых массивов. Одним из таких новых микрорайонов является микрорайон «Садовый», расположенный в пригороде Солнечногорска.

Для комфортного проживания на территории микрорайона на сегодняшний день никак нельзя обойтись без современной телекоммуникационной инфраструктуры, способной обеспечить жителей микрорайона широким спектром мультисервисных услуг. Современные услуги связи очень требовательны к надежности и скорости работы узлов телекоммуникационной сети. В связи с этим беспроводные технологии доступа, предлагаемые современными сотовыми операторами, на территории микрорайона «Садовый» не способны предоставить мультисервисные услуги с заданным качеством и скоростью передачи информации всем жителям. Таким образом возникает необходимость построения современной и высокоскоростной мультисервисной сети связи в микрорайоне Садовый г. Солнечногорска, поэтому выпускная квалификационная работа, тема которой «Проектирование сети высокоскоростного абонентского доступа в микрорайоне «Садовый» г.Солнечногорск» является актуальной.

Целью работы является предоставление инфокоммуникационных услуг абонентам микрорайона «Садовый» г. Солнечногорска.

В соответствии с целью необходимо решить следующие задачи:

- Анализ существующей сети связи;
- Выбор варианта реализации мультисервисной сети связи микрорайона Садовый г. Солнечногорск;
- Расчет трафика, генерируемого абонентами сети;

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

- Выбор оборудования;
- Выбор кабеля для реализации мультисервисной сети связи;
- Расчет объема оборудования и линейно-кабельных сооружений;
- Рекомендации по строительству сети;
- Техничко-экономическое обоснование проекта;
- Охрана труда, техническая безопасность и экологическая безопасность проекта.

Данная выпускная квалификационная работа состоит из 9 разделов, посвященных решению поставленных задач. Имеет приложения, в которых в виде графических схем изображены, существующая схема организации связи в микрорайоне «Садовый» города Солнечногорска, проектируемая схема организации сети связи в микрорайоне «Садовый», ситуационная схема трассы прокладки кабеля, схема существующей кабельной канализации.

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ МИКРОРАЙОНА «САДОВЫЙ» Г. СОЛНЕЧНОГОРСК

1.1 Общие положения

Реализация проектируемой мультисервисной сети в микрорайоне «Садовый» позволит жителям получить доступ к самым современным телекоммуникационным услугам: IP-телефония, доступ в Интернет, IPTV (цифровое интерактивное телевидение), мультимедийные сервисы, видеонаблюдение и т.п.

В связи с тем, что в настоящее время традиционные телефонные сети связи не позволяют предоставлять полный спектр требуемых инфокоммуникационных услуг, то все более очевидной становится необходимость создавать мультисервисные сети связи, отвечающие современным требованиям по скорости передачи/приёма информации с заданным уровнем качества.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что нецелесообразно создание традиционных телефонных сетей связи в строящихся микрорайонах, одним из которых является микрорайон «Садовый», так как он строящийся и существующей проводной сети связи в нем нет, поэтому необходимо создавать новую сеть, отвечающую современным требованиям пользователей и стандартам. Построение сети на базе технологии xDSL не дает большого процента проникновения услуг, а использование технологий радиодоступа, также сталкивается с проблемой высокой стоимости и низкой окупаемости, при этом сохраняя недостатки сетей на базе традиционной телефонии.

Тогда, реализуя мультисервисную сеть, оператор имеет возможность существенно повысить доходность и конкурентоспособность своей деятельности в заданном регионе или местности.

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1.2 Экспликация объекта

Солнечногорск — город в России, административный центр Солнечногорского района Московской области.

Население — 52 642 [1] чел. (2017). Населённый пункт воинской доблести.

Расположен к северо-западу от Москвы (44 км от МКАД) на Клинско-Дмитровской гряде, на берегу озера Сенеж. Площадь города — 21 км².

Климат Солнечногорска — умеренно-континентальный, с чётко выраженной сезонностью. Зима (период со среднесуточной температурой ниже 0 °С) в среднем длится около 4 месяцев, со второй декады ноября (10 ноября) до второй декады марта (20 марта). Дневная температура устойчиво возвращается к положительным значениям 5 марта. В период календарной зимы могут отмечаться непродолжительные (3—5 дней) периоды сильных морозов (с ночной температурой до –20 °С, редко до –25..–30 °С). При этом в декабре и начале января часты оттепели, когда температура с –5..–10 °С поднимается до 0 °С и выше, иногда достигая значений в +5..+9 °С. Лето (период с дневной температурой выше +20 °С и среднесуточной выше +15 °С) длится около 3,5 месяцев, с третьей декады мая (23 мая) до конца августа (29 августа), дневная температура нередко достигает 30-градусной отметки (в среднем 6—8 дней за сезон). Самым тёплым месяцем является июль (его средняя температура за период 1981—2010 гг. составляет +19,2 °С). Осень в Солнечногорске затяжная, наступает с началом сентября, заканчивается в середине ноября — начале декабря, когда среднесуточная температура становится устойчиво ниже 0 °С.

Транспортные магистрали: федеральная трасса М10 «Москва-Санкт-Петербург», платная трасса М11 - новая Ленинградка, Пятницкое шоссе, Таракановское шоссе, Тимоновское шоссе, Октябрьская железная дорога

Экономика района представлена развитым промышленным производством, строительством, предприятиями торговли и общественного

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

питания, транспорта и связи, жилищно-коммунального хозяйства и другими отраслями.

В настоящее время основу экономического потенциала Солнечногорского муниципального района составляет высокотехнологичное промышленное производство. На территории городского поселения работают крупнейшие в Солнечногорском районе и известные во всей стране предприятия. Среди них «Солнечногорский стекольный завод», который занимается выпуском стеклотары медицинского назначения, ООО «Завод новых полимеров «Сенеж» - производитель ПЭТ преформ, ООО «Харрис СНГ» - российское представительство мирового лидера по производству и продажи пасты, европейского лидера по производству выпечки, ОАО «Солнечногорский механический завод» - крупнейший в России парашютный завод, ОАО «Солнечногорский завод металлических сеток «Лепсе», ОАО «Солнечногорский приборный завод», ЗАО «Солнечногорский электромеханический завод», строительный холдинг «Агрострой»

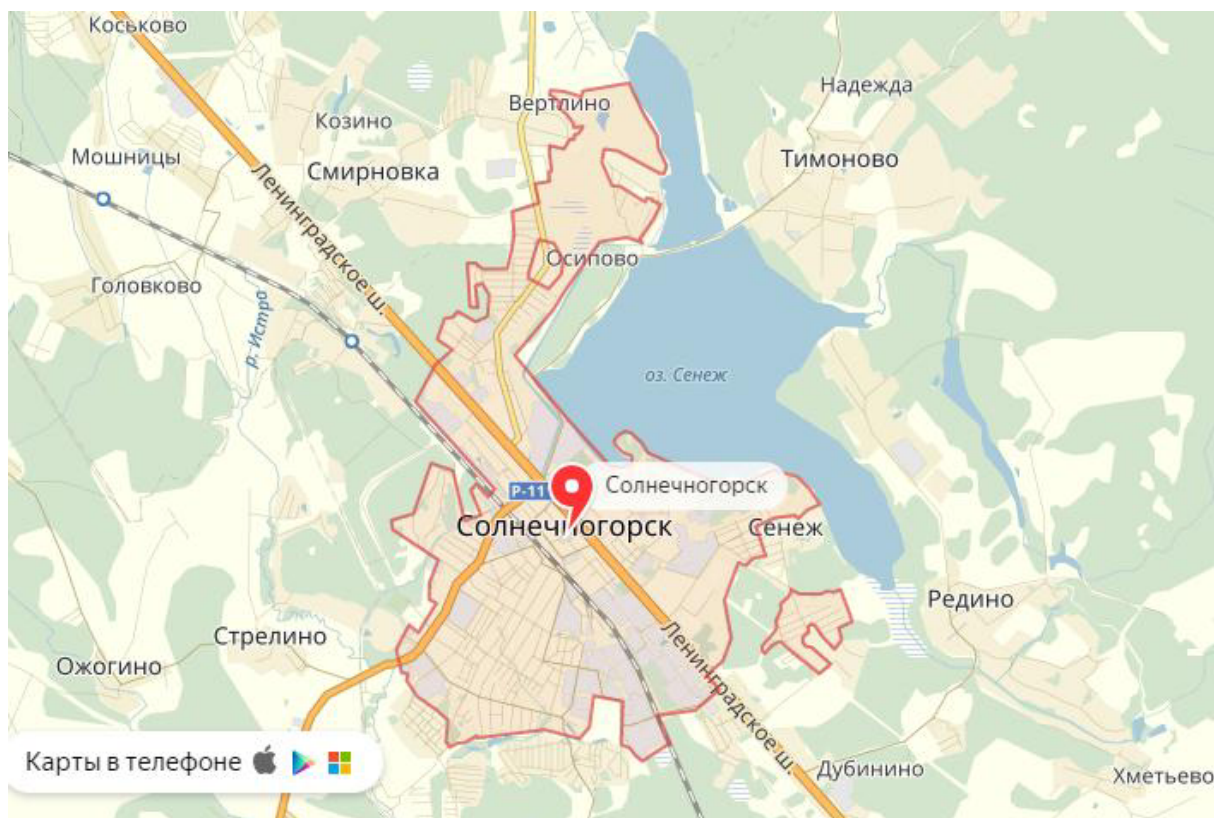


Рисунок 1.1 – Схема города Солнечногорск

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

Солнечногорский муниципальный район принимает участие в реализации программы Московской области «Спорт Подмосковья». По исполнению программных мероприятий в 2014 году выполнены работы по инженерным изысканиям, подготовке проектной и рабочей документации на строительство ФОК с универсальным спортивным залом в городском поселении Поварово. Ведется строительство ФОКа в северо-западном микрорайоне города Солнечногорска, срок ввода объекта в эксплуатацию – декабрь 2018 года.

В центре города планируется снос 16 ветхих домов площадью 6,9 кв.м. На этом месте до 2020 года будет построено 278 тыс. кв.м. нового комфортного жилья.

Новой современной частью города Солнечногорска стал микрорайон Рекинцо-2 (рисунок 1.2). В инфраструктуре микрорайона планируется строительство школы, двух детских садов, многоэтажных гаражей, компьютерного клуба и других объектов социально-культурного назначения.

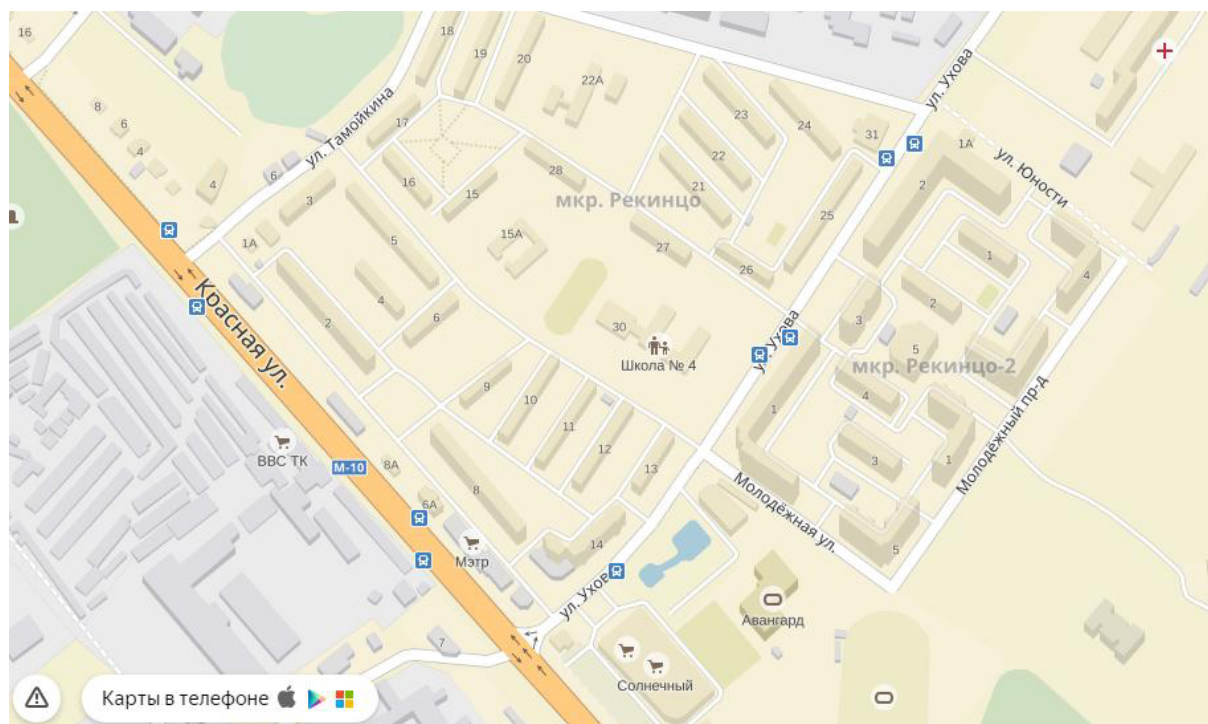


Рисунок 1.2 – Вид современных микрорайонов г. Солнечногорск

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

В западной части города Солнечногорска, недалеко от микрорайона Рекинцо-2 начато комплексное строительство жилых домов, зданий инженерной инфраструктуры, с проведением благоустройства и озеленения территории. В состав проектируемой застройки входят многоэтажные жилые дома, объекты соцкультбыта, детский сад и школа. Новый микрорайон получил название «Садовый». Инфраструктура района содержит:

- 13 многоэтажных домов жилого плана с общим количеством квартир – 3280. Также сюда входят пять многоэтажных дома по шестнадцать этажей типа «свечка» вместимостью 112 квартир, два дома 16-этажного плана емкостью 80 квартир, 6 панельных домов 16-этажных с количеством квартир 2560 шт.; 2 авто паркинга вместимость 1000 машина-мест, магазины; отделение сбербанка; предприятие бытового обслуживания; аптека; многофункциональный центр (МФЦ) в который входят: детская поликлиника; детский сад. Схема микрорайона представлена на рисунке 1.3.

Микрорайон «Садовый» г. Солнечногорск — является новым перспективным районом города. Район создается в рамках концепции, объединяющей архитектурные и технологические инновации, новые решения, позволяющие обеспечить правильного сочетания всех критериев, определяющих комфортность и уровень жизни человека.

Большой участок территории под строительство позволяет создать максимально удобный для проживания район комплексной застройки с развитой социальной инфраструктурой: авто паркингами, детскими садами, благоустроенными дворовыми территориями, поликлиниками, досуговыми центрами, магазинами и предприятиями бытового обслуживания.

Для комфортного проживания на территории микрорайона на сегодняшний день никак нельзя обойтись без современной телекоммуникационной инфраструктуры, способной обеспечить жителей микрорайона широким спектром мультисервисных услуг.

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

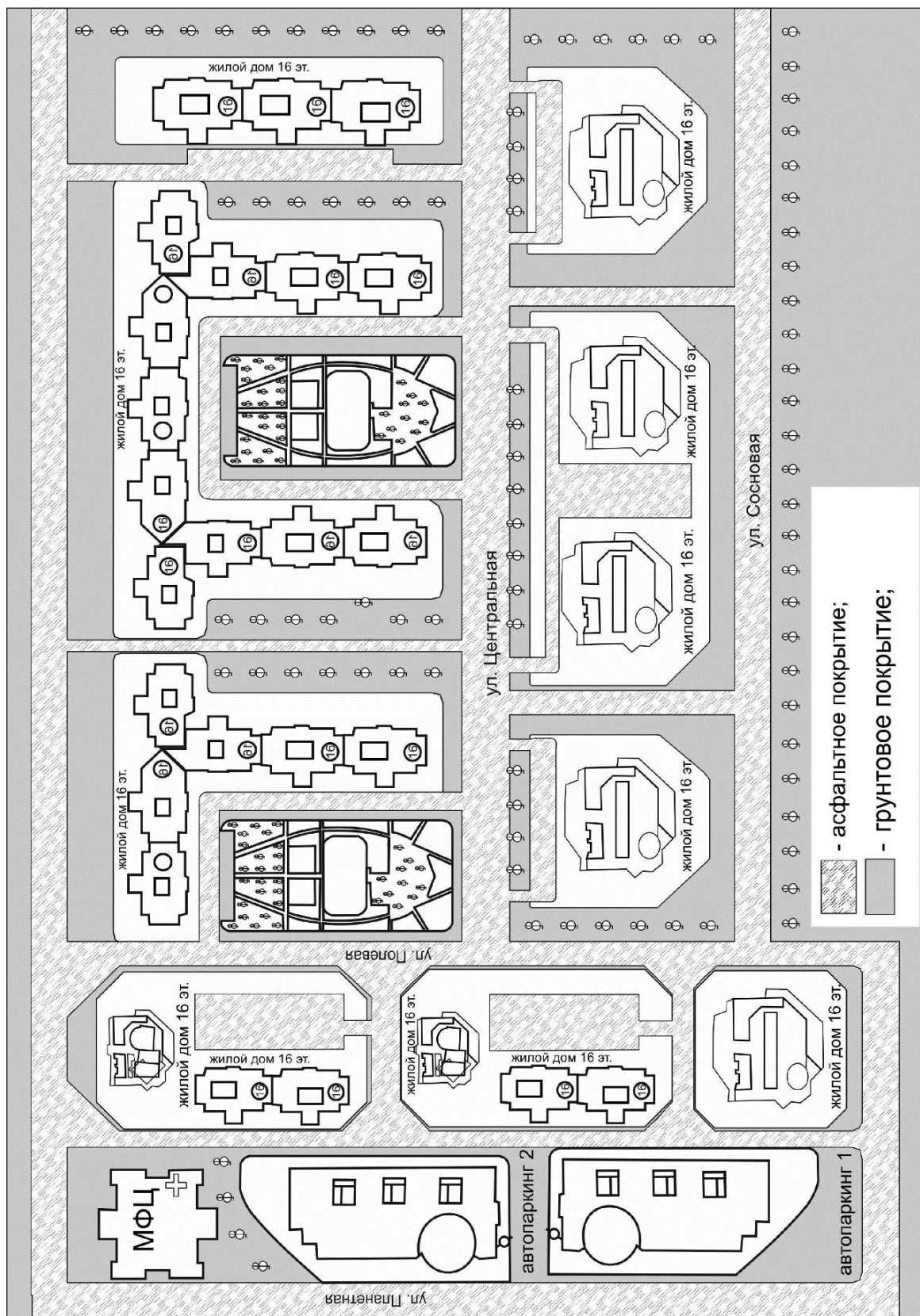


Рисунок 1.3 - Экспликация объекта проектирования

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

11070006.11.03.02.021.ПЗВКР

Лист

11

Современные услуги связи очень требовательны к надежности и скорости работы узлов телекоммуникационной сети.

Для предоставления услуг Triple Play абонентам как физическим лицам был примерно спрогнозирован анализ их потребностей в услугах, проживающим в данном микрорайоне. Полученные результаты представлены в таблице 1.1

Таблица 1.1 - Исходные данные проектируемой сети

Количество домов	Количество квартир в доме	Количество абонентов	Вид предоставляемых услуг		
			Телефония	Internet	IP TV
Свечка (5)	112	560	410	370	330
Свечка (2)	80	160	400	115	100
Панельный (24 подъезда)	96 (в подъезде)	2304	570	2000	1800
Паркинг (2)	-	80	100	5	2
МФЦ (4)	-	50	20	10	2
Итого:		3180	1500	2500	2234

Микрорайон «Садовый» является частью города Солнечногорск. Данный жилой массив является новостройкой. Так как район создается в рамках концепции, построения комфортного жилья, то на этапе застройки комплекса была запроектирована и построена кабельная канализация, с устройством ввода кабель-канала в каждое здание.

1.3 Анализ состояния существующей сети связи

Как уже было отмечено услуги связи на территории строящегося микрорайона обеспечивают сотовые операторы. Схема организации связи сотовых операторов связи представлена на рисунке 1.4. Однако предоставить качественные мультисервисные услуги связи с помощью

технологии 3G всем жителям микрорайона операторы сотовой связи не могут. В связи с этим возникает необходимость реализации проводной мультисервисной сети связи.

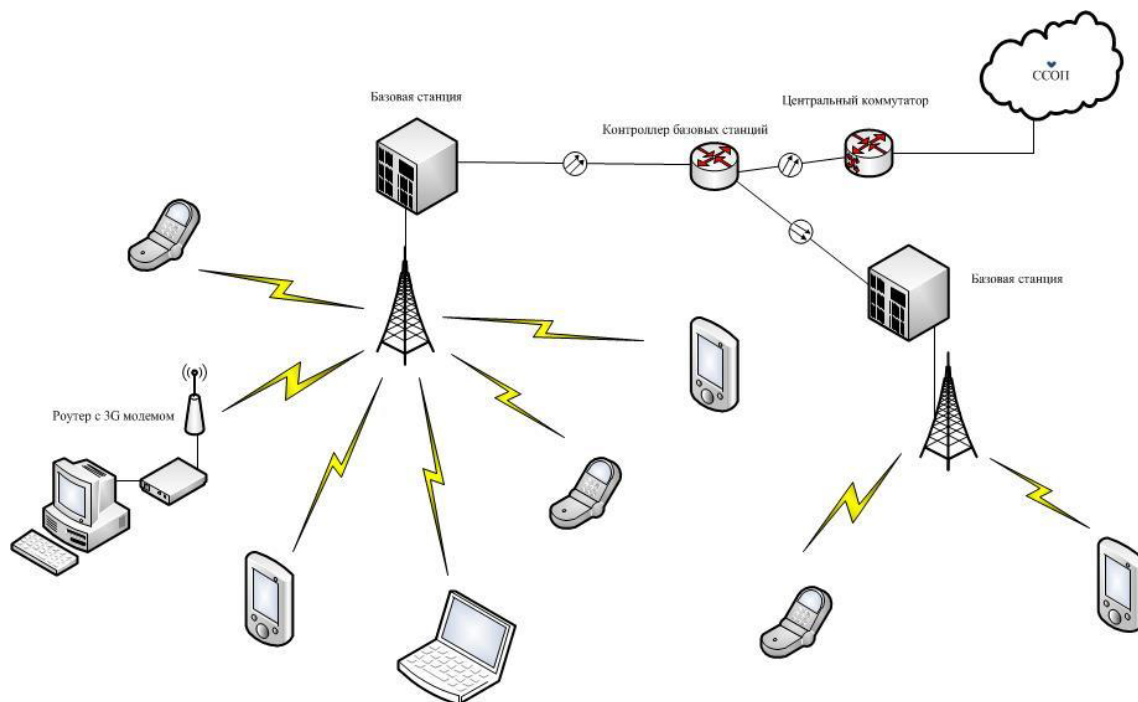


Рисунок 1.4 – Схема сети связи оператора сотовой связи на территории микрорайона «Садовый»

При этом предполагается предоставлять следующие услуги связи:

- Доступ к сети Internet; IPTV; VoIP; видео по запросу; - интерактивные и игровые сервисы.

Подводя итог, следует отметить, что рассматриваемый микрорайон является перспективным для построения высокорентабельной проводной сети связи и так как на данный момент проводной сети связи в микрорайоне нет, то необходимо спроектировать мультисервисную сеть связи на базе проводных технологий доступа, которая будет отвечать современным требованиям по скорости доступа, надежности и функционалу.

2 ВЫБОР ВАРИАНТА РЕАЛИЗАЦИИ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ

2.1 Постановка задачи проектирования

В настоящее время построение мультисервисных сетей с интеграцией различных услуг является одним из наиболее перспективных направлений развития телекоммуникационных сетей. Основная задача мультисервисных сетей заключается в обеспечении сосуществования и взаимодействия разнородных коммуникационных подсистем в единой транспортной среде, когда для передачи обычного трафика (данных) и трафика реального времени (голоса и видео) используется единая инфраструктура.

При создании мультисервисной сети микрорайона «Садовый» достигаются:

- Сокращение расходов на каналы связи;
- Сокращение расходов на администрирование и поддержание работоспособности сети, уменьшение совокупной стоимости владения;
- Возможность проведения единой административно-технической политики в области информационного обмена.

Исходные данные для проектирования:

- описание и техническое состояние существующей сети связи микрорайона «Садовый»;
- общее количество квартир в микрорайоне «Садовый» - 3180;
- планируемое количество абонентов – 2176 чел. (68% от общего числа)
- требования к услугам, которые планируется предоставлять.

Выходные данные:

- Конфигурация интегрированной мультисервисной сети связи, тип используемой технологии (протокола);
- Виды предоставляемых услуг;

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

- Количество и тип абонентов;
- Объем и стоимость сетевого оборудования, линейно-кабельных сооружений, работ по реализации сети связи.

Таким образом, основной задачей проекта является разработка концепции реализации мультисервисной сети связи, удовлетворяющей всем предъявляемым к сети требованиям.

2.2 Требования к интегрированной мультисервисной сети связи микрорайона «Садовый» г. Солнечногорск

Проектируемая мультисервисная сеть микрорайона «Садовый» должна предоставлять абонентам следующие услуги связи:

- высокоскоростной доступ к сети Интернет и передача данных;
- организация услуги IPTV, в том числе «видео по запросу»;
- организация IP – телефонии с подключением к сети общего пользования;
- интерактивные и игровые сервисы.

В целом проект телекоммуникационной сети должен обеспечивать выполнение всех возлагаемых на неё функций:

- обмен всеми видами информации, включая передачу речевых, графических и видеоданных для проведения телеконференций;
- обеспечение информационной скрытности передачи информации и исключение несанкционированного доступа к ней;

интеграция с существующими телекоммуникационными системами за счет построения элементов сети на основе стандартных технических средств и методов передачи и обработки информации;

- возможность внедрения перспективных информационных и телекоммуникационных технологий в будущем.

К разрабатываемой сетевой инфраструктуре предъявляются следующие требования:

- **Функциональность.** Прежде всего, сеть должна работать. Это означает, что она должна предоставить пользователям возможность удовлетворения их производственных потребностей. Сеть должна обеспечить связь пользователей друг с другом и с приложениями с соответствующей скоростью и надежностью.
- **Расширяемость.** Сеть должна обладать способностью к росту. Это означает, что первоначально реализованная сеть должна увеличиваться без каких-либо существенных изменений общего устройства.
- **Адаптируемость.** Сеть должна быть разработана с учетом технологий будущего и не должна включать элементы, которые в дальнейшем ограничивали бы внедрение технологических новшеств.
- **Управляемость.** Сеть нужно сконструировать так, чтобы облегчить текущий контроль и управление для обеспечения стабильности её работы.

2.3 Разработка стратегии проектирования сети связи микрорайона «Садовый» г. Солнечногорск

Чтобы телекоммуникационная сеть была эффективной и удовлетворяла потребностям пользователей, она должна быть спроектирована и реализована в результате тщательно спланированной последовательности действий, включающих следующее:

- Сбор требований и ожидания пользователей.

К проектируемой сети связи для микрорайона «Садовый» требуется, чтобы она оказывала услуги доступа в Интернет. Это необходимо для удовлетворения информационных потребностей абонентов и создания дополнительного дохода провайдеру услуг. Эта возможность позволит им

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

использовать все возможности сети Internet, для общения, работы, отдыха и т.д.

Также использование IP-телефонии позволяет предоставить доступ к сети связи общего пользования с использованием имеющейся инфраструктуры, что сократит расходы на подключение абонентов, увеличит скрытность телефонных разговоров и позволит контролировать учетные записи разговоров абонентов.

Предоставление многоканального кабельного телевидения по имеющейся инфраструктуре позволит сократить расходы абонентов на установку оборудования для приема телевизионных программ, создаст дополнительный доход провайдеру услуги. Пользователи получают возможность использования интерактивного сервиса IPTV. Что означает трансляцию нескольких десятков каналов, услуга time shifting, unicast, трансляцию каналов с высокой четкостью (HQ) и другие возможности интерактивного телевидения.

Пропускная способность проектируемой сети микрорайона «Садовый» должна позволить предоставить услугу видеоконференцсвязи, при наличии соответствующего оборудования у абонента. Также востребованной является услуга организации видеонаблюдения различных объектов с использованием видеокамер наружного наблюдения, и учет телеметрической информации пожарной и охранной ситуации и т.д.

Анализ требований.

В результате анализа требований было установлено, что для их выполнения необходимо разработать мультисервисную сеть связи, которая будет иметь доступ в ССОП и обладать достаточной пропускной способностью для предоставления требуемых услуг.

- .. Проектирование структуры уровней сети доступа, т.е. топологии.

Проектирование уровней сети связи для микрорайона «Садовый» будет выполнено с использованием иерархичной структуры – от ядра сети к

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

абонентским терминалам. Данное решение позволяет использовать семейство протоколов Ethernet, которое обладает пропускной способностью, достаточной для обеспечения корректной работы мультисервисной сети связи микрорайона «Садовый».

- .Документирование логической и физической реализации сети.

Документирование выполняется для корректной физической реализации мультисервисной сети связи микрорайона «Садовый». Данная процедура позволяет изобразить проектируемую сеть связи на различных логических уровнях с учетом требований и норм, предъявляемых к проектируемым сетям связи.

2.4 Выбор технологии для реализации мультисервисной сети связи

Для предоставления абонентам разрабатываемой мультисервисной сети связи требуемых услуг важно выбрать оптимальный вариант реализации широкополосной сети. Необходимость правильного выбора обусловлена затратами на проектирование, строительство и реализацию сети, перечнем предоставляемых услуг, возможностью перспективного развития сети.

Основные системы доступа, применяемые в абонентских сетях в настоящее время и планируемые операторами к применению в ближайшем будущем:

- системы, основанные на технологиях семейства xDSL (Digital Subscriber Line - цифровая абонентская линия);
- комбинированные системы «волоконно/коаксиал» (Hybrid Fixed/Coax, HFC);
- оптоволоконные системы доступа;
- системы радиодоступа;

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Из всех обозначенных выше систем наиболее подходящие для реализации мультисервисной сети связи в микрорайоне «Садовый» являются оптоволоконные системы доступа. Этот выбор обусловлен тем, что технологии xDSL имеют малый процент проникновения (30%), кроме того, существующих телефонных коммуникаций в микрорайоне нет. Системы радиодоступа не способны обеспечить качественную и высокоскоростную передачу информации в условиях плотной городской застройки. Системы связи на базе оптического кабеля являются широкополосными, позволяют внедрять перспективные технологии и предоставлять неограниченный набор услуг.

В настоящее время оптоволоконные системы доступа используют несколько различных технологий, отличающихся стоимостью и технической реализацией. Наиболее перспективные - это FTTB (Fiber to the building) и GEAPON (Gigabit Ethernet Passive Optical Network). Выбор именно этих технологий обусловлен приемлемым соотношением цена/качество, а также простоты реализации, и возможностью масштабирования без существенных затрат.

В данном дипломном проекте необходимо провести анализ этих технологий и на его основании выбрать технологию для реализации мультисервисной сети связи в микрорайоне «Садовый» г. Солнечногорск.

Технология FTTB

Построение сетей доступа FTTb – один из самых перспективных способов расширения полосы пропускания каналов связи до конечных пользователей и предложения им новых высокоскоростных услуг.

В переводе FTTx означает «Оптика до ...».

- **FTTB** (Fiber To The Building) – оптическая система передачи до здания,

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

- **FTTC** (Fiber To The Curb) – оптическая система передачи до распределительной коробки,

FTTCab (Fiber To The Cabinet) – оптическая система передачи до распределительного шкафа,

- **FTTP** (Fiber To The Premises) – оптическая система передачи до сегмента сети,

- **FTTO** (Fiber To The Office) – оптическая система передачи до офиса,

- **FTTH** (Fiber To The Home) – оптическая система передачи до квартиры,

- **FTTU** (Fiber To The User) – оптическая система передачи до конечного пользователя.

FTTB (*Fiber To The Building*) предусматривает заведение волокна непосредственно в здание – многоквартирный дом или офисный центр.

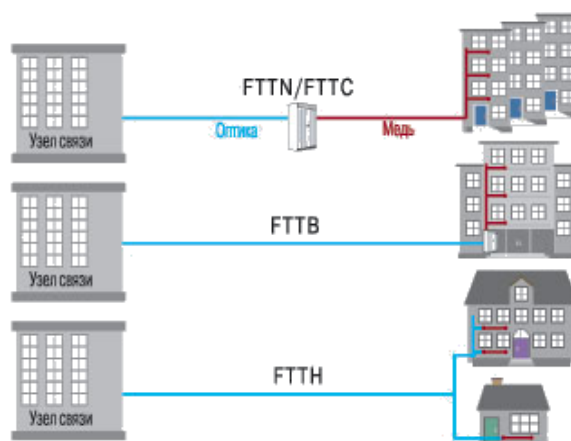


Рисунок 2.1 - Варианты построения сетей FTТх

В этой схеме граница между медью и оптикой передвигается в помещение, что намного облегчает решение задачи с электропитанием устанавливаемого на этой границе активного оборудования. Протяженность медного участка в сетях FTTB значительно меньше, чем в сетях FTTN/FTTC (Fiber To The Node/Fiber To The Curb), что, естественно, позволяет повысить скорость передачи данных. При расстояниях, характерных для типовых зданий, целесообразно использовать и медный вариант Ethernet – технологии недорогой, простой и хорошо знакомой сетевым

администраторам. Важно и то, что в сетях FTTB вся медь находится внутри здания, а значит, не возникает проблем, специфичных для уличных трасс. По мнению большинства экспертов, именно архитектура FTTB сегодня наиболее популярна в России, причем чаще всего используется ее вариант с установкой в здании коммутатора Ethernet.[5]

2.4.1 Технология GPON

PON (пассивные оптические сети) — это семейство быстро развивающихся, перспективных технологий широкополосного мультисервисного доступа по оптическому волокну.

Суть технологии PON вытекает из ее названия и состоит в том, что ее распределительная сеть строится без использования активных компонентов: разветвление оптического сигнала в одноволоконной оптической линии связи осуществляется с помощью пассивных разветвителей оптической мощности — сплиттеров.

Структурно любая пассивная оптическая сеть состоит из трех главных элементов — стационарного терминала OLT, пассивных оптических сплиттеров и абонентского терминала ONT. Терминал OLT обеспечивает взаимодействие сети PON с внешними сетями, сплиттеры осуществляют разветвление оптического сигнала на участке тракта PON, а ONT имеет необходимые интерфейсы взаимодействия с абонентской стороны.

На основе архитектуры PON возможны решения с использованием логической топологии «точка-многоточка» (point-to-multipoint). К одному порту центрального узла можно подключить целый волоконно-оптический сегмент древовидной архитектуры, охватывающий десятки абонентов. При этом пассивные оптические разветвители (сплиттеры) устанавливаются в промежуточных узлах дерева и не требуют питания и обслуживания.

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Основная идея архитектуры PON — использование всего одного приемопередающего модуля в OLT для передачи информации множеству абонентских устройств ONT и приема информации от них.

Технология GEAPON (Gigabit Ethernet Passive Optical Network) является одной из разновидностей технологии пассивных оптических сетей PON и одним из самых современных вариантов строительства сетей связи, обеспечивающим высокую скорость передачи информации (до 1,2 Гбит/с). Основное преимущество технологии **GEAPON** заключается в том, что она позволяет оптимально использовать волоконно-оптический ресурс кабеля. Например, для подключения 64 абонентов в радиусе 20 км достаточно задействовать всего один волоконно-оптический сегмент.

Основными преимуществами GEAPON являются:

Использование стандартных механизмов 802.3ah, что позволит в перспективе значительно снизить стоимость оборудования;

- ..Повышение скорости передачи до 1 Гбит/с в обе стороны и предоставление более широкополосных услуг;

- ..Обеспечение QoS с помощью механизмов 802.1p/TOS. Возможно использование жестких механизмов приоритезации трафика с помощью восьми выделенных очередей для каждого типа трафика. Данные механизмы позволяют предоставлять такие услуги как VoIP или VoD с гарантией качества;

- .. Возможность подключения 64 абонентских устройств на ветку PON и эффективное использование оптического волокна;

- .. Полная поддержка DBA (Dynamic Bandwidth Allocation) — механизма динамического перераспределения полосы пропускания в соответствии с запросами абонентов и наличием свободной полосы в дереве PON. Так абоненты, которым предоставлена гарантированная полоса пропускания для передачи данных, например, 1Мб/с могут получить реальную скорость до

1Гб/с, если полоса дерева PON остается частично неиспользованной (аналогично UBR трафику в АТМ);

- .. Поддержка передачи потокового видео (IGMP Snooping);
- .. Простота установки и обслуживания.

Проанализировав особенности указанных выше технологий, можно сделать вывод, что в данном проекте целесообразно использовать технологию FTTB. Данный выбор обусловлен тем, что технология GPON не сможет обеспечить необходимую пропускную способность каналов связи на уровне агрегации сети. Так как использует один канал с пропускной способностью 1.25 Гбит/с. Данная скорость будет делиться между абонентами одного подъезда многоэтажного дома. Поэтому придется устанавливать в каждый подъезд устройству ONU, что приведет к нехватке портов в коммутаторе OLT. Подобная схема действий приводит к существенному увеличению экономических затрат на реализацию данной технологии.

В свою очередь технология FTTB адаптирована для реализации в жилых микрорайонах и городской застройке. Грамотный выбор оборудования позволяет наращивать объемы сети без существенных затрат. Также немаловажный факт – это использование на базе технологии FTTB протоколы семейства Ethernet что позволяет обеспечивать абонентов достаточно большой скоростью передачи информации (100 Мбит/с) .

Таким образом, в данном дипломном проекте для реализации мультисервисной сети связи предлагается использовать технологию FTTB на базе протокола Ethernet. Рассмотрим протокол Ethernet более подробно.

Протокол Ethernet был разработан в исследовательском центре компании Xerox в 70-х годах. Ethernet стал базой спецификации IEEE 802.3, которая была опубликована в 1980 году. Вскоре после этого компании Digital Equipment (DEC), Intel и Xerox совместно разработали и приняли вторую версию спецификации Ethernet, совместимую с IEEE 802.3.

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

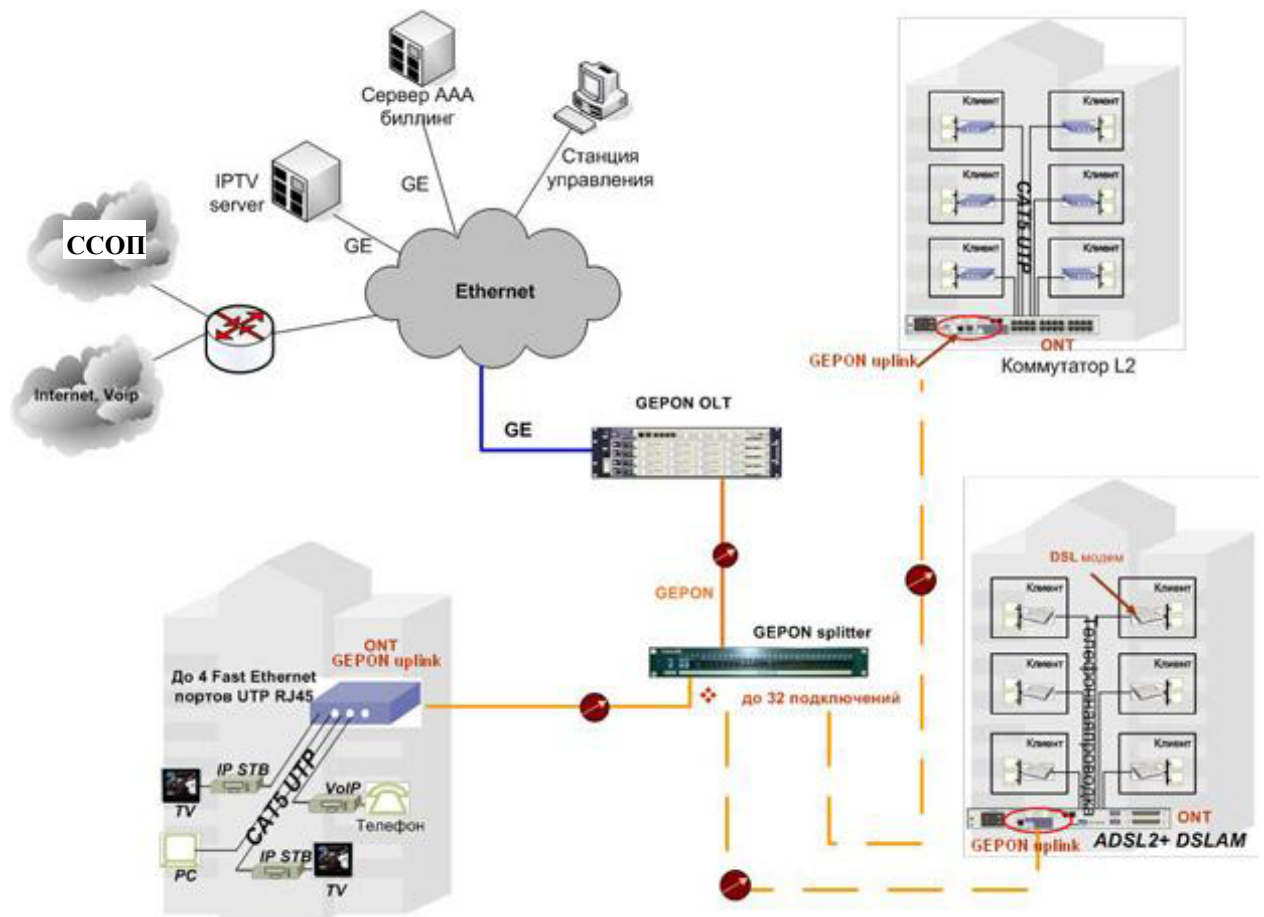


Рисунок 2.2 – Схема организации связи по технологии GEPON

В настоящее время термин Ethernet чаще всего используют для описания всех локальных сетей, работающих в соответствии с принципами CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection) – множественного доступа с контролем несущей и обнаружением коллизий, что соответствует спецификации Ethernet IEEE 802.3. В модели OSI протокол CSMA/CD относится к доступу к среде. На этом уровне определяется формат, в котором информация передается по сети, и способ, с помощью которого сетевое устройство получает доступ к сети для передачи данных.

В протоколе Ethernet данные могут передаваться по коаксиальному или оптическому кабелю, а также через витую пару. Чаще всего при построении локальных сетей на основе этой технологии оптический кабель используется для формирования магистрали сети, в то время как витая пара

применяется для подключения станций и серверов. Спецификации Ethernet были созданы в то время, когда для быстрой передачи данных требовались коаксиальные кабели. Необходимость перехода на менее дорогие телефонные кабели и попытка смягчить последствия разрыва коаксиального кабеля стали причинами появления спецификации 10Base-T IEEE 802.3. Эта спецификация определяет технологию Ethernet для сетей, построенных на базе неэкранированных витых пар и телефонных кабелей. При этом допускается звездообразная топология.

На рисунке 2.3 показаны основные форматы кадров.

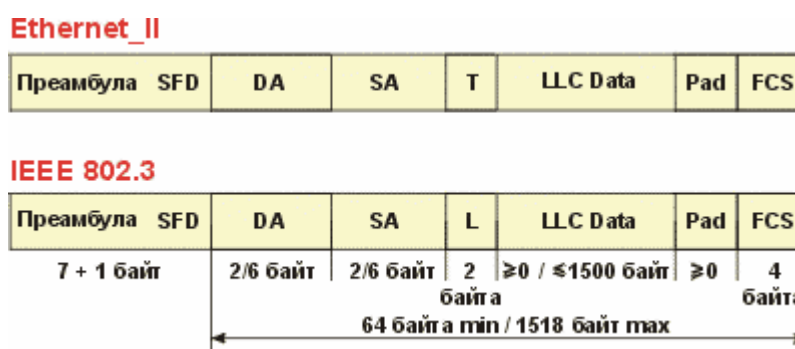


Рисунок 2.3 – Два базовых MAC формата (raw formats) кадра

Поля имеют следующие назначения:

Преамбула: 7 байт, каждый из которых представляет чередование единиц и нулей 10101010. Преамбула позволяет установить битовую синхронизацию на приемной стороне.

Ограничитель начала кадра (SFD, start frame delimiter): 1 байт, последовательность 10101011, указывает, что далее последуют информационные поля кадра. Этот байт можно относить к преамбуле.

Адрес назначения (DA, destination address): 6 байт, указывает MAC-адрес станции (MAC-адреса станций), для которой (которых) предназначен этот кадр. Это может быть единственный физический адрес (unicast), групповой адрес (multicast) или широковещательный адрес (broadcast).

Адрес отправителя (SA, source address): 6 байт, указывает MAC-адрес станции, которая посылает кадр.

Поле типа или длины кадра (T or L, type or length): 2 байта. Существуют два базовых формата кадра Ethernet (в английской терминологии raw formats - сырые форматы) - Ethernet_II и IEEE 802.3 (рис.1), причем различное назначение у них имеет именно рассматриваемое поле. Для кадра Ethernet_II в этом поле содержится информация о типе кадра. Ниже приведены значения в шестнадцатеричной системе этого поля для некоторых распространенных сетевых протоколов: 0x0800 для IP, 0x0806 для ARP, 0x809B для AppleTalk, 0x0600 для XNS, и 0x8137 для IPX/SPX. С указанием в этом поле конкретного значения (одного из перечисленных) кадр приобретает реальный формат, и в таком формате кадр уже может распространяться по сети.

Для кадра IEEE 802.3 в этом поле содержится выраженный в байтах размер следующего поля - поля данных (LLC Data). Если эта цифра приводит к общей длине кадра меньше 64 байт, то за полем LLC Data добавляется поле Pad. Для протокола более высокого уровня не возникает путаницы с определением типа кадра, так как для кадра IEEE 802.3 значение этого поля не может быть больше 1500 (0x05DC). По этому, в одной сети могут свободно сосуществовать оба формата кадров, более того один сетевой адаптер может взаимодействовать с обоими типами посредством стека протоколов.

Данные (LLC Data): поле данных, которое обрабатывается подуровнем LLC. Сам по себе кадр IEEE 802.3 еще не окончательный. В зависимости от значений первых нескольких байт этого поля, могут быть три окончательных формата этого кадра IEEE 802.3:

Ethernet_802.3 (не стандартный, в настоящее время устаревающий формат, используемый Novell) - первые два байта LLC Data равны 0xFFFF;

Ethernet_SNAP (стандартный IEEE 802.2 SNAP формат, которому отдается наибольшее предпочтение в современных сетях, особенно для протокола TCP/IP) - первый байт LLC Data равен 0xAA;

Ethernet_802.2 (стандартный IEEE 802.2 формат, взят на вооружение Novell в NetWare 4.0) - первый байт LLC Data не равен ни 0xFF (11111111), ни 0xAA (10101010).

Дополнительное поле (pad - наполнитель) - заполняется только в том случае, когда поле данных невелико, с целью удлинения длины кадра до минимального размера 64 байта - преамбула не учитывается. Ограничение снизу на минимальную длину кадра необходимо для правильного разрешения коллизий.

Контрольная последовательность кадра (FCS, frame check sequence): 4-х байтовое поле, в котором указывается контрольная сумма, вычисленная с использованием циклического избыточного кода по полям кадра за исключением преамбулы, SDF и FCS.

В зависимости от скорости передачи данных и передающей среды существует несколько вариантов технологии. Независимо от способа передачи стек сетевого протокола и программы работают одинаково практически во всех вариантах.

На сегодняшний день скорость передачи данных в сетях, построенных по этому стандарту – 40 Гбит/сек. 40G Ethernet - стала следующим поколением высокоскоростных технологий передачи данных, это часть семейства приложений стандартов IEEE, разработанных для медной и оптической среды, которая поддерживает скорость передачи данных на уровне 40 Гбит/сек и предназначена как правило для транспортного уровня и узлов агрегации сети.

3 РАСЧЕТ ТРАФИКА, ГЕНЕРИРУЕМОГО АБОНЕНТАМИ

3.1 Распределение абонентов по категориям

Проведем оценку трафика сети абонентского доступа. Как показал анализ инфраструктуры микрорайона, можно выделить два абонентских кластера: юридические лица и физические лица. Услуги, которые могут быть востребованы абонентами, представлены в таблице 3.1. Общее количество частных абонентов 2176 чел. (68% от общего числа) для расчетов используем значение 2180 чел. При этом всего абонентов $2180+15+1=2196$ аб. Для расчета трафика генерируемого абонентами будем использовать значение 2200 аб.

Таблица 3.1 - Распределение видов услуг по категориям абонентов

Категория пользователя	Кол-во	Услуги	Требуемая полоса пропускания
Частные лица	2180	Местная и дальняя телефонная связь, Доступ в Internet, Телевидение, Видео по запросу, Игровой сервис	Не менее 2 Мбит/с, оптимально – свыше 5 Мбит/с
SOHO (менее 5 рабочих мест)	15	Местная и дальняя телефонная связь, Доступ в Internet Телевидение, Видео по запросу	Не менее 2 Мбит/с, оптимально – свыше 5 Мбит/с
SME (до 50 рабочих мест)	1	Местная и дальняя телефонная связь, Расширенные телефонные услуги, Доступ в Internet Видео по запросу, VPN	Не менее 2 Мбит/с, оптимально 10 Мбит/с

Необходимо оценить требуемую пропускную способность для транспортных магистралей и уровня агрегации.

3.2 Расчет трафика, генерируемого абонентами сети

Заданное количество объектов сети – это количество абонентов на каждом объекте, распределение абонентов по используемым интерфейсам доступа в сети, а также известными интенсивностями потоков пакетов, генерируемые абонентами каждой службы.

Математическое ожидание числа пакетов определяем как:

$$\gamma_i^{(k)} = N_{аб.и}^{(k)} \gamma_{аб.и}^{(k)} T_C^{(k)}; \quad (3.1)$$

Где $N_{аб.и}^{(k)}$ - число абонентов k-ой службы на i-м объекте

$\gamma_{аб.и}^{(k)}$ - интенсивность заявок поступающих от абонента k-ой службы в единицу времени, считаем известной и равной:

для ip-телефонии $\gamma_{аб.и}^{(И)} = 0,000057$ вызовов/с;

для интернет трафика $\gamma_{аб.и}^{(И)} = 0,0000345$ вызовов/с;

для видео по запросу $\gamma_{аб.и}^{(В)} = 0,0000057$ вызовов/с;

для игр по запросу $\gamma_{аб.и}^{(Иг)} = 0,000023$ вызовов/с;

$T_C^{(k)}$ - средняя длительность сеанса связи абонента K-ой службы в единицу времени:

для ip-телефонии $T_C^{(И)} = 0,027$

для интернет трафика $T_C^{(И)} = 0,02$

для видео по запросу $= 0,065 T_C^{(В)}$

для игр по запросу $T_C^{(Иг)} = 0,065$

Таким образом, весь микрорайон представляет собой сегмент емкостью 2200 абонентов. Произведен расчет нагрузки на оптическом узле для данного сегмента.

Также полученные значения необходимо выразить в бит/сутки, поэтому полученные значения необходимо умножить на 86400.

$$\gamma_i^{(T)} = 2200 \cdot 0,000057 \cdot 0,027 \cdot 86400 = 292,53 \text{ МБит/с.}$$

$$\gamma_i^{(H)} = 2200 \cdot 0,0000345 \cdot 0,02 \cdot 86400 = 131,15 \text{ МБит/с.}$$

$$\gamma_i^{(B)} = 1500 \cdot 0,0000057 \cdot 0,065 \cdot 86400 = 48,01 \text{ МБит/с.}$$

$$\gamma_i^{(H_2)} = 500 \cdot 0,000023 \cdot 0,065 \cdot 86400 = 64,58 \text{ МБит/с.}$$

Математическое ожидание числа пакетов, генерируемых абонентами i -го узла связи (объекта):

$$\gamma_{\Sigma i} = \sum_{k=1}^k \gamma_i^{(k)}; \quad (3.2)$$

Где k – количество служб.

$$\gamma_{\Sigma i} = 292,53 + 131,15 + 48,01 + 64,58 = 536,27 \text{ Мбит/с.}$$

В свою очередь, общее количество пакетов $\gamma_{\Sigma i}$, генерируемых абонентами i -го узла (объекта) за единицу времени, должно быть разбито на три составных части:

- поток пакетов, замыкаемый на данном узле связи

$$\gamma_{\text{зам}i} = k_{1i} \cdot \gamma_{\Sigma i}$$

- поток пакетов, генерируемый i -м узлом к другим узлам выделенной цифровой сети

$$\gamma_{\text{выд}i} = k_{2i} \cdot \gamma_i$$

- поток пакетов, генерируемый i -м узлом в другие сети

$$\gamma_{\text{др.с.}i} = k_{3i} \cdot \gamma_{\Sigma i}$$

Следует отметить, что $k_{1i} + k_{2i} + k_{3i} = 1$, $i = (1, N)$, где k_{1i} - доля нагрузки i -го узла, замыкаемая на узле; k_{2i} - доля нагрузки i -го узла, генерируемая к другим объектам выделенной сети; k_{3i} - доля нагрузки i -го узла,

генерируемая в другие сети. Коэффициенты $k_{1i}, k_{2i}, k_{3i} \quad i=(1,N)$ принято называть коэффициентами замыкания нагрузки.

Так как число абонентов на каждом i -ом узле одинаково, то будет k_{xi} одинаковым для узлов.

Коэффициенты k_{1i}, k_{2i}, k_{3i} считаем известными и равными:

$$k_{1i}=0,35; k_{2i}=0,25; k_{3i}=0,4.$$

$$\gamma_{замi} = 0,35 \cdot 536,27 = 187,69 \text{ бит / с.}$$

$$\gamma_{выдi} = 0,25 \cdot 536,27 = 134,06 \text{ бит / с.}$$

$$\gamma_{др.с.i} = 0,4 \cdot 536,27 = 214,5 \text{ бит / с.}$$

Полученные числа являются математическими ожиданиями скорости передачи, усредненными за 24 часа. Любой трафик, передаваемый по сетям передачи данных, является неравномерным, поэтому необходимо рассматривать пиковые значения нагрузок. При выборе коммутационного оборудования учитывался объем буферного устройства и быстродействия системы.

3.3 Расчет характеристик проектируемой сети для предоставления услуг доступа к глобальной сети Internet

Трафик данных, в отличие от голосового трафика, ассиметричен и имеет взрывообразный характер.

Восходящий трафик, по сравнению с нисходящим, намного меньше. И если учесть, что подтверждение на 2 принятых IP-пакета (нисходящий трафик) отправляется 1 IP – пакет (восходящий трафик), то худшее соотношение, отражающее ассиметрию потоков трафика, рассчитывается по формуле:

$$DAWC = \frac{2 \cdot A_{DownPS}}{A_{UpPS}}; \quad (3.3)$$

где: DAWC – data Asymmetry Worst Case, соотношение, отражающее асимметрию потоков трафика, наихудший вариант;

A_{DownPS} – Average Downstream Packet Size, средняя величина пакета в нисходящем потоке данных;

A_{UpPS} – Average Upstream Packet Size, средняя величина пакета в восходящем потоке данных.

Подставляя статистические значения величин в формулу, получаем:

$$DAWC = \frac{2 \cdot A_{DownPS}}{A_{UpPS}} = \frac{2 \cdot 500}{64} = 16:1;$$

Таким образом, число активных пользователей, работающих на средней скорости, рассчитывается по формуле:

$$N_{act.subscr.} = HNP \cdot DP \cdot DAAF \quad (3.4)$$

Где $N_{act.subscr.}$ – число активных абонентов;

HNP – число абонентов проектируемой сети (2200 абонентов).

DP – характеристика проникновения трафика данных;

DAAF – фактор активности;

Число активных пользователей, работающих на средней скорости, на один узел доступа будет равно:

$$N_{act.subscr.} = 2200 \cdot 0.8 \cdot 0.6 = 1056$$

Число одновременно принимающих и отправляющих данные пользователей рассчитывается по формуле:

$$Peak_{subscr.} = HNP \cdot DP \cdot DpeakAF \quad (3.5)$$

Где $Peak_{subscr.}$ – число одновременно принимающих и передающих данные пользователей;

HNP – число абонентов сегмента проектируемой сети (750 абонентов).

DP – характеристика проникновения трафика данных;

$DpeakAF$ – фактор пиковой активности;

$$Peak_{subscr.} = 750 \cdot 0,8 \cdot 0,6 = 360$$

Для определения требуемой полосы пропускания ППр для среднего и пикового трафика необходимо рассчитать среднюю и пиковую ППр для трафика (восходящего и нисходящего) в ЧНН, затем из них выбрать максимальную. Данные берутся для Ethernet пакета.

Средняя ППр для восходящего и нисходящего трафика в ЧНН рассчитывается по формуле:

$$BWDA = (N_{act.subscr.} \cdot BWA_{per.subscr.}) \cdot (1 + OH); \dots\dots\dots (3.6)$$

Где $BWDA$ – средняя ППр;

$N_{act.subscr.}$ – число активных абонентов;

$BWA_{act.subscr.}$ – средняя полоса пропускания, приходящаяся на одного абонента (10240 кбит/с – нисходящий, 1024 кбит/с - восходящий).

OH – отношение длины заголовка к длине пакета (0,1 – нисходящий, 0,15 - восходящий).

Средняя ППр для восходящего и нисходящего трафика в ЧНН на узел будет равна:

$$BWDA = (550 \cdot 9088) \cdot (1 + 0,1) = 5498240 \text{ кбит/с}; \text{ (нисходящий канал)}$$

$$BWDA = (550 \cdot 2048) \cdot (1 + 0,15) = 1239040 \text{ кбит/с}; \text{ (восходящий канал)}$$

Пиковая ППр для восходящего и нисходящего трафика в ЧНН рассчитывается по формуле:

$$BWDPeac = (Peac_{subscr} \cdot BWP_{per.subscr}) \cdot (1 + OH); \dots\dots\dots(3.7)$$

где $BWDPeak$ – пиковая ППр;

$Peac_{subscr}$ – число активных абонентов;

$BWP_{per.subscr}$ – средняя полоса пропускания, приходящаяся на одного абонента (10752 кбит/с – нисходящий, 2048 кбит/с - восходящий).

ОН – отношение длины заголовка к длине пакета (0,1 – нисходящий, 0,15 - восходящий).

Пиковая ППр для восходящего и нисходящего трафика в ЧНН на узел будет равна:

$$BWDA = (600 \cdot 9088) \cdot (1 + 0,1) = 5998080 \text{ кбит/с}; \text{ (нисходящий канал)}$$

$$BWDA = (600 \cdot 1024) \cdot (1 + 0,15) = 675840 \text{ кбит/с}; \text{ (восходящий канал)}$$

Для определения требуемой ППр по формуле находим максимум между пиковой и средней ППр.

$$BWData = \max[BWDA, BWDPeac] \dots\dots\dots(3.8)$$

Где $BWDPeac$ – пиковая ППр;

$BWDA$ – средняя ППр;

Итак, ППр на один узел будет равна:

$$BW \text{ Data Downstream} = \max[5498240 \quad 5998080] = 5998080 \text{ кбит/с.}$$

$$BW \text{ Data Upstream} = \max[1239040 \quad 675840] = 1239040 \text{ кбит/с.}$$

Таким образом, для реализации услуги доступа к глобальной сети Internet полоса пропускания для каждого сегмента сети – 5 998 Мбит/с.

3.4 Расчет характеристик проектируемой сети для предоставления услуг видео

Принимаемые абонентами видеопотоки различаются по своим характеристикам. Передачи могут транслироваться в режиме реального времени или записи. При этом видеопотоки могут быть групповыми (multicast) или индивидуальными (unicast).

В режиме multicast видеопотоки транслируются от одного источника (головной станции) ко многим точкам назначения. Этот режим используется для трансляции в режиме реального времени программ, принимаемых со спутника, а так же при транслировании программ с видеосервера по заранее составленному расписанию (NVoD).

Количество абонентов на одном оптическом узле определяется коэффициентом IPVS market penetration. Он показывает, какой процент абонентов кроме Internet пользуется также услугами интерактивного телевидения. В некоторых квартирах может одновременно приниматься несколько видеопотоков, например два, и этом случае в расчетах считается, что видеопотоки принимаются два абонента.

$$IPVS\ Users = AVS \cdot IPVS\ MP \cdot IPVS\ AF \cdot IPVS\ SH; \dots\dots\dots (3.9)$$

где *IPVS Users* – количество абонентов IP TV на одном оптическом сетевом узле, пользующихся услугами IPTV одновременно в ЧНН;

IPVS MP – коэффициент проникновения услуги IPTV (60%)

IPVS AF – процент абонентов, пользующихся услугами IPTV одновременно в ЧНН (80%)

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

$$IPVS\ Users = 1500 \cdot 0,6 \cdot 0,8 \cdot 1,3 = 936\ абонентов;$$

Вычислим максимальное количество видеопотоков, принимаемых на одном сетевом узле:

$$IPVS MS = IPVS MSM \cdot IPVS MDF; \dots\dots\dots(3.10)$$

где $IPVS MS$ – количество групповых видеопотоков на один сетевой узел.

$IPVS MDF$ - понижающий коэффициент.

$$IPVS MS = 680 \cdot 0,71 = 482 \text{ видеопотоков};$$

Расчет полосы пропускания сети, для трансляции видеопотоков multicast на одном сетевом узле.

Для расчета примем среднюю скорость одного видеопотока, равной 6 Мбит/с.

С учетом добавления заголовков IP пакетов и запаса на вариацию битовой скорости получаем:

$$IPVSB = VSB \cdot (1 + SVBR) \cdot (1 + OH); \text{ Мбит/с.}, \dots\dots\dots(3.11)$$

Где $IPVSB$ – скорость передачи одного видеопотока в формате MPEG-2 по IP сети;

VSB – скорость трансляции потока в формате MPEG-2 (6Мбит/с).

$SVBR$ – запас на вариацию битовой скорости (0,2)

OH – отношение длины заголовка к длине пакета (0,1);

$$IPVSB = 6 \cdot (1 + 0,1) \cdot (1 + 0,1) = 7,26 \text{ Мбит/с.}$$

Теперь зная общее число видеопотоков и среднюю скорость передачи одного видеопотока в формате MPEG-2 по IP сети, можно легко вычислить пропускную способность для группового вещания:

$$IPVS MNB = IPVS MS \cdot IPVSB; \dots\dots\dots(3.12)$$

Где $IPVS\ MNB$ – общая скорость, для передачи всех групповых видеопотоков в ЧНН;

$$IPVS\ MNB = 482 \cdot 7.26 = 3499,32\ \text{Мбит/с.};$$

Далее необходимо рассчитать общую требуемую пропускную способность.

3.5 Расчет общей пропускной способности сети

Общая пропускная способность для проектируемой мультисервисной сети рассчитывается по формуле (3.11). Она складывается из пропускной способности сети для передачи данных, IP-телефонии, передачи видео в групповом режиме multicast, а также с учетом телефонной междугородней нагрузки Y_{Σ} обслуживаемой IP-транспортом.

$$P_{np} = (ППр_{ip-тел.} + ППр_{INT}) \cdot n + ППр_{TV} + Y_{\Sigma}; \dots\dots\dots(3.13)$$

где $ППр_{ip-тел.}$ – полоса пропускания для IP-телефонии, приходящая на 1 узел.

$ППр_{IP-INT}$ – полоса пропускания для Internet, приходящаяся на 1 узел.

Y_{Σ} - телефонная междугородная нагрузка;

N – количество проектируемых узлов;

Подставляя в формулу значения получим:

$$P_{np} = (217 + 5998) \cdot 1 + 3499,32 = 9714,32\ \text{Мбит}$$

Таким образом, магистраль должна обеспечить полосу пропускания в 9714,32 Мбит/с. Данную пропускную способность может обеспечить технология 10 Gigabit Ethernet. В таком случае коммутаторы агрегации должны иметь в своем составе uplink порты с интерфейсом 10 GE.

4 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

4.1 Оборудование уровня ядра сети

Для транспортного уровня проектируемой сети выбрано оборудование компании Extreme Networks серии Summit X650-24x.

Управляемый коммутатор уровня 3, 24 порта 10G Base (SFP+), 1 слот для установки модулей (установлен VIM1-SummitStack), без БП

В состав входит:

Коммутатор Extreme Networks Summit X650-24x с лицензией ExtremeXOS Advanced Edge, с модулем VIM1-SummitStack (4 порта 1000-X (SFP) и 2 порта для стекирования), блок охлаждения. Блоки питания заказываются отдельно.

Таблица 4.1 – Технические характеристики оборудования:

Наименование	Количество
Макс. кол-во портов Gigabit Ethernet (SFP)	4 (с VIM1-SummitStack)
Макс. кол-во портов 10 Gigabit Ethernet (SFP+)	24 (по умолчанию), 32 (с VIM1-10G8X)
Макс. кол-во портов 40G Ethernet (QSFP+)	4 (с VIM3-40G4X)
Форм-фактор	1RU
Общая коммутационная емкость Гбит/с	488-680
Пропускная способность L2/L3/L4	363 миллиона пакетов в секунду (скорость на меди 24-х портов 10GbE) и до 506 миллионов пакетов совокупной пропускной способности (при помощи VIM1-10G8X)
Резервное электропитание	Да / Быстрая замена
Поддержка PoE (802.3af)	Нет
Коммутация L2/L3 на скорости среды передачи	Да
Поддержка технологии EtherChannel (link aggregation)	Да
Коммутация L2	IEEE 802.D, IEEE 802.1W, IEEE 8021S, EAPsv2, ESRP
VLAN	4094 MAC-based или Port-based VLAN, с поддержкой тегов 802.1Q
Маршрутизация IPv4	Static, BGP4, IS-IS, OSPF, RIP v1/v2, PIM, MSDP

Окончание таблицы 4.1

Маршрутизация IPv6	RIPng, OSPFv3, IS-IS
Аутентификация при подключении к сети	Да
Списки контроля доступа (ACLs)	Да
Агрегация каналов	Да
Поддержка стекирования	SummitStack (40 Gbps - по умолчанию), SummitStack 256 (256 Gbps), SummitStack 512 (512 Gbps)
Возможность управления коммутатором	SNMP, XML, Web, CLI, 4 группы RMON
Порт управления	Выделенный дополнительный порт 10/100/1000 BASE-T RJ-45
Интерфейс USB	Поддержка USB карт памяти для загрузки/выгрузки образов/конфигураций

4.2 Оборудование уровня агрегации сети

Для уровня агрегации проектируемой сети выбрано оборудование также компании Extreme Networks серии Summit X440-24t-10G.

Гигабитный коммутатор второго уровня Extreme Summit X440-24t-10G. 20 портов 10/100/1000BASE-T, 4 комбо-порта 10/100/1000BASE-T / 100/1000BASE-X SFP, 2 порта 10GBASE-X SFP+.

Extreme Summit X440-24t-10G – коммутатор уровня агрегации с 20 портами 10/100/1000BASE-T, 4 комбо-портами 10/100/1000BASE-T / 100/1000BASE-XSFP, а также 2 портами 10GBASE-X SFP+.

Коммутатор Extreme Summit X440-24t-10G базируется на революционной операционной системе ExtremeXOS® . ExtremeXOS® - модульная операционная система, сочетающая в себе беспрецедентную стабильность, отказоустойчивость, производительность и гибкость.

Расширенные возможности управления трафиком обеспечивают высокую производительность и обширный функционал. Коммутатор поддерживает работу в крупномасштабных конвергентных сетях с такими устройствами, как IP-телефоны, беспроводные точки доступа и другими.

Гибкость и масштабируемость коммутатора Extreme Summit X440-24t-10G делают его оптимальным решением для уровня агрегации традиционной операторской сети Metro Ethernet.

Несмотря на свои компактные размеры (всего 1U) коммутатор Extreme SummitX440-24t-10G поддерживает весь расширенный функционал коммутации продуктов Extreme Networks, в т.ч. IPv6.

Коммутатор Extreme Networks Summit X440-24t-10G имеет два порта 10GBASE-X SFP+, предназначенных для использования в качестве 10-гигабитных uplink. Также порты могут быть использованы для стекирования с другими коммутаторами Extreme, поддерживающими технологию SummitStack-V: X450e, X450a, X460, X480, X650, X670 и X670V.

Область применения:

- .. Сети промышленных предприятий;
- .. Корпоративные сети;
- .. Уровень агрегации в операторских сетях

Основные особенности:

- .. Высокая производительность и масштабируемость;
- .. Компактный форм-фактор: 1U в высоту;
- .. Возможность стекирования посредством 10-гигабитных портов, совместимость с другими стекируемыми коммутаторами Extreme Networks;
- .. 20 портов 10/100/1000BASE-T, 4 комбо-порта 10/100/1000BASE-T / 100/1000BASE-X SFP, 2 порта 10GBASE-X SFP+;
- .. Поддержка расширенного набора функций коммутации, в т.ч. IPv6;
- .. Экономичная цена

Таблица 4.2 - Технические характеристики оборудования:

Параметр	Значение
Интерфейсы	20 портов 10/100/1000BASE-T ; 4 комбо-порта 10/100/1000BASE-T / BASE-XSFP; 1 консольный порт RS-232; 2 порта 10GBASE-X SFP+ ; 1 порт управления 10/100BASE-T

Окончание таблицы 4.2

CPU	Одноядерный процессор, 500 МГц, 512МБ ECC DRAM
Flash-память	512МБ Compact Flash
Производительность	65 Мпс
Коммутационная ёмкость	88 Гбит/с
Время задержки	<5 мс (размер пакета 64 байта)
Количество VLAN	4094
Ограничение входящего трафика/ограничение скорости на поток/ACL	
Общие характеристики	
Блок питания	AC 100 ~ 240 V, 50/60 Hz,
Потребляемая мощность	44W

4.3 Оборудование уровня доступа

Для уровня доступа в проектируемой сети выбрано оборудование компании D-Link серии DES-1210-52.

Серия коммутаторов D-Link DES-1210 включает в себя коммутаторы Web Smart следующего поколения. Оснащенные 24 или 48 портами 10/100 Мбит/с, 2 портами 10/100/1000 BASE-T и 2 комбо-портами 10/100/1000 BASE-T/SFP, коммутаторы данной серии объединяют в себе функции расширенного управления и безопасности, обеспечивающих лучшую производительность и масштабируемость. Простые в использовании коммутаторы DES-1210-08P/28P оснащены встроенными портами 10/100 Мбит/с с поддержкой PoE и энергосберегающими функциями, такими как PoE по расписанию, при котором питание портов отключается в заранее установленное время. Функция Smart Fan на DES-1210-28P позволяет встроенным вентиляторам автоматически включаться при определенной температуре, обеспечивая непрерывную, надежную и экологичную работу коммутатора. Благодаря совместимости со стандартами 802.3af и 802.3at DES-1210-28P способен подавать питание до 30 Вт на устройство. Функции управления включают SNMP, управление на основе Web-интерфейса, утилиту SmartConsole и Compact Command Line для легкого развертывания.

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

Благодаря простоте использования, коммутатор серии DES-1210 представляет собой законченное и недорогое решение для сетей малого и среднего масштаба операторского класса.

Гибкая интеграция в существующую сеть. Коммутаторы Web Smart предоставляют операторам возможность полного контроля над сетью. Благодаря «медным» портам Gigabit Ethernet, обеспечивающим подключение по существующему кабелю категории 5 на основе витой пары, использование этих коммутаторов не требует отказа от существующей инфраструктуры. Коммутаторы DES-1210 обеспечивают гибкое подключение к опорной сети или серверам. Кроме того, все порты поддерживают автоматическое определение MDI/MDIX перекрестных кабельных подключений. Это исключает необходимость применения кроссированных кабелей на uplink портах и обеспечивает подключение настольных компьютеров.

Сетевая безопасность. Функция D-Link Safeguard Engine защищает коммутаторы от вредоносного трафика, вызванного активностью вирусов. Аутентификация на основе порта 802.1X позволяет использовать внешний сервер RADIUS для авторизации пользователей. Помимо этого, функция Списки управления доступом (ACL) увеличивает безопасность сети и помогает защитить внутреннюю IP-сеть. Коммутаторы серии DES-1210 поддерживают функцию предотвращения атак ARP Spoofing, защищающую от атак в сети Ethernet, которые могут вызвать изменение трафика или его задержку путем отправки ложных ARP-сообщений. Для повышения уровня безопасности используется функция DHCP Server Screening, запрещающая доступ неавторизованным DHCP-серверам.

Гибкое управление

Коммутаторы Web Smart нового поколения предоставляют растущему бизнесу простое и легкое управление сетью с помощью утилиты SmartConsole или через Web-интерфейс, обеспечивающий удаленное

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

управление сетью вплоть до портов. Утилита SmartConsole позволяет пользователям обнаружить несколько коммутаторов D-Link Web Smart в одном и том же сегменте сети L2. Использование данной утилиты исключает необходимость изменять IP-адрес компьютера и обеспечивает легкую начальную установку коммутаторов Smart. Коммутаторы, принадлежащие одному и тому же сегменту сети и подключенные к локальному компьютеру пользователя, отображаются на экране с возможностью немедленного доступа. При этом доступны расширенные настройки конфигурации и основные настройки (смена пароля и обновление программного обеспечения) обнаруженных устройств.

Интерфейсы:

- 48 портов 10/100Base-TX;
- 2 порта 10/100/1000Base-T;
- 2 комбо-порта 10/100/1000Base-T /SFP;

Порты:

- IEEE 802.3 10BASE-T Ethernet (медный кабель на основе витой пары);
- IEEE 802.3u 100BASE-TX Fast Ethernet (медный кабель на основе витой пары);
- IEEE 802.3ab 1000BASE-T Gigabit Ethernet (медный кабель на основе витой пары);
- IEEE 802.3z Gigabit Ethernet (оптоволоконный кабель);
- Автосогласование ANSI/IEEE 802.3
- Управление потоком IEEE 802.3x

Производительность

- Пропускная способность коммутатора: 17.6 Гб
- Максимальная скорость продвижения пакетов размером 64 байта: 13.1

Mpps

- Таблица MAC-адресов: 8К записей на устройство
- Буфер RAM: 1 Мб

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

- Flash-память: 16 Мб
- Метод коммутации: Store-and-forward
- Функция диагностики кабеля

Управление

- Web-интерфейс GUI
- Compact CLI через Telnet
- Telnet-сервер
- Утилита SmartConsole
- TFTP-клиент
- SNMP

MTBF (часов) - 289.012 ч.

Тепловыделение - 98.61 BTU/час

Питание на входе - Внутренний универсальный источник питания, от 100 до 240 В переменного тока, 50/60 Гц.

Максимальная потребляемая мощность - 28.9 Вт.

Размеры (Ш x Д x В) - 440 x 250 x 44 мм

Рабочая температура - От 0 до 40 С.

Рабочая влажность - От 5 до 95 % (без конденсата).

4.4 Сервисное оборудование

Маршрутизатор Ericsson (RedBack) SE100 BRAS CG-NAT

Современный BRAS — это мощный инструмент, обладающий не только способностью аутентификации, авторизации пользователей, а также учета их статистической информации, но и представляющий собой PE-маршрутизаторы, поддерживающие и реализующие в полном объеме функционал IP/MPLS, что, в свою очередь, позволяет обеспечить создание и оказание так называемых «сквозных» услуг, которые могут транслироваться

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

по IP/MPLS-магистралам. В число таких функций входят создание виртуальных частных сетей на уровне 2 OSI (VPLS), виртуальных туннелей на уровне 2 модели OSI (VLL), организация виртуальных частных сетей третьего уровня OSI (BGP/MPLS).

Сервер доступа на 8000 активных абонентских сессий, 6 портов 1000Base-X (SFP), до 16K VLAN, до 1M NAT трансляций, до 1.5M BGP IPv4 маршрутов, поддержка MPLS, H-QoS, QinQ, CGN.

Идеальное решение в качестве PPPoE/IPoE DHCP сервера доступа. Одно из немногих решений, которое поддерживает BRAS (ISG) функционал на LAG (Link Aggregation Group). Отлично показывает себя в качестве аппаратного NAT сервера. В отличие от конкурентов работает в качестве IPoE DHCP BRAS через L3 сеть (L3 connected DHCP subscribers).

В состав входит:

- Шасси Ericsson SE100 с блоком питания переменного тока, 2 комбо-порта 1000BaseT/SFP;
- Модуль на 2 порта 1000Base-X (SFP) (2шт);
- Лицензия на поддержку Carrier Grade NAT;
- Комплект крепления в стойку;
- Compact Flash карта с SmartEdge OS текущей версии.

VoIP шлюз Fiber VG4X-48S-A

VoIP-шлюз (Voice over IP-шлюз) — устройство, предназначенное для подключения телефонных аппаратов или офисных АТС к IP-сети, для передачи через нее голосового трафика.

В силу традиционно высоких тарифов операторов дальней связи, компании с большим объемом междугородного/международного трафика всегда искали пути снижения расходов. Технология VoIP, позволяющая перевести голосовой трафик из традиционных телефонных сетей в Интернет

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

(IP-сети), стала одним из таких выходов. Для перевода голосового трафика в IP-сеть и используются VoIP-шлюзы.

Основные области применения VoIP-шлюзов:

- Подключение офисной АТС к операторам IP-телефонии, таких подключений может быть несколько, что позволит всегда выбрать более выгодный тариф. Стоимость звонков у операторов IP-телефонии по России в несколько раз дешевле, чем у операторов дальней связи, а международные звонки с использованием IP-телефонии обходятся дешевле в десятки раз.

- Организация дешевой связи между филиалами компании, расположенными в различных городах. Преимущество использования VoIP-шлюзов в данном случае довольно очевидно. Классическая дорогая связь между филиалами через операторов дальней связи, заменяется дешевой IP-телефонией. При этом не требуются даже услуги операторов IP-телефонии. VoIP-шлюзы в каждом филиале конфигурируются на прямую работу друг с другом через сеть Интернет (IP-сеть), соответственно компания оплачивает такие телефонные разговоры по цене обычного Интернет трафика;

- Организации связи с сотрудниками работающими удаленно.

Возможности современных VoIP-шлюзов часто не ограничиваются только передачей голосового трафика. Многие из этих устройств помимо порта WAN для подключения к сети передачи данных (Интернет) имеют порты LAN для подключения к внутренней ЛВС. Такие модели поддерживают функции маршрутизации, DHCP, NAT, VPN и прочие. Это означает что в то время, как УАТС использует VoIP-шлюз для передачи телефонного трафика, подключенные к портам LAN компьютеры могут использовать шлюз для выхода в Интернет или передачи данных по IP-сети.

Таблица 4.3 – Характеристики VoIP шлюза

Наименование	Количество
Основные Ошибки!	48 FXS/вывода Голосовые кодеки: G711, G729a, G723. 1, ilbc Подавления эха: 168; длина хвоста: 64 миллисекунды Удостоверения личности звонящего, переадресация вызова, префикс набора, Веб интерфейс пользователя; текст на базе конфигурации Удаленное конфигурирование, обновление программного обеспечения
Особенности	FXS Loop Start, DDI SIP (RFC3261), MGCP (RFC2705) 3GPP TS 24,228, TS 24.229 In-Band: RFC2833, INFO (SIP)
Сигнализация	Режим DTMF FXS порт может иметь две цифры для входящих вызовов (PSTN и расширение) Шлюз может быть настроен и управляется несколькими программными коммутаторами Может загружать и хранить до 20 музыкальных файлов
Аппаратные средства	Максимальная линейная длина пользователя 3000 метров 60V RMS RJ11 RJ-45 10/100 Base-T Оперативная память 128 МБ Флэш-память 8 МБ 110 ~ 240 В переменного тока, 50 ~ 60 Гц, Питание 1AMP Motorola Power QUICC 852 Т.И. 5509А 5V/3A DC (AC / DC) 44 x 440 x 300 мм Вес: 3 кг

Межсетевой экран Juniper SRX240H

Межсетевой экран SRX240 применяется для подключения удаленных офисов распределенной сети предприятия к центральному офису посредством технологии туннелирования (VPN туннели), так же для организации защиты сети от внешних атак, и предотвращения доступа пользователей к определенным ресурсам. Благодаря поддержке протоколов динамической маршрутизации может использоваться как граничный маршрутизатор небольших офисов.

Таблица 4.4 - Технические характеристики

Наименование	Характеристика
Пакетная фильтрация	600 Мбит/с для IMIX-трафика (максимум 1800 Мбит/с)
Пакетов в секунду	200 000
IPSec (MD5/SHA1) VPN	300 Мбит/с
Новых сессий в секунду	8500
Пакетная фильтрация http трафик	830 мбит/с
IPS	230 мбит/с
Максимальное число маршрутов BGP/OSPF/RIP/Static	600 000
Количество IPsec туннелей	1000
Количество зон безопасности	10
Количество одновременных соединений	256 000

Серверное оборудование

Готовый сервер 19" 1U Intel XEON E5-2603V2 1800MHz/10240Kb/16Gb DDR3 ECC REG 1600Mhz/2* 1000Gb HDD/SATA RAID 0,1,5,10/2 x GbLAN/IPMI/440W.

Готовый сервер в корпусе 1U, предназначен для монтажа в стойку или Серверный шкаф 19", построенный на базе современного, супер быстрого процессора Intel Xeon Sandy Bridge E с возможностью установки 2-го процессора, с применением новых технологий, два соединения QPI, 40 линий PCIe третьего поколения на кристалле и четырёхканальный контроллер памяти поддерживающий DDR3-1600. Эта высоко интегрированная система на кристалле (SOC) с техпроцессом 32 нм, состоит из 2,27 миллиарда транзисторов, упакованных в громоздкий кристалл площадью 434 мм. Сервер может служить основой при построении высокопроизводительных вычислительных кластеров, а также для

реализации различных Интернет - служб: mailserver, webserver, proxiserver и служб инфраструктуры сети.

Сервер оптимизирован для работы с 1C, SQL, MS Dynamix (Ахapta), Oracle приложениями, а также полностью совместим с операционными системами Windows, Linux, Solaris, FreeBSD, Novell, CentOS, Fedora, RedHat, DebianVMWare, Mandriva, SuSE Linux, Slackware, Gentoo, VMWare. Тонкий корпус - 1U такого сервера позволяет экономить место и энергопотребление, а также упрощает установку, эксплуатацию и обслуживание размещаемых систем. Сервер максимально поддерживает до 2-х Процессоров серии Intel Xeon Sandy Bridge-EP и до 512 гигабайт оперативной памяти DDR3 ECC REG. В корпус можно установить четыре жестких диска SATA, Совместимость с ОС - Windows • A/UX • AIX • BSD • Dynix • FreeBSD • GNU • Linux • HP-UX • IRIX • Mac OS X • Minix • NetBSD • NeXTSTEP • OpenBSD • PC-BSD • Plan 9 • Plan B • QNX • SCO OpenServer • Solaris • System V • Tru64 • BSD/OS • Xenix • ClosedBSD

Платформа Supermicro SYS-6017R-TDF;

Процессор Intel Xeon E5-2603V2 1шт;

Жесткий диск WD 1000Gb 7200rpm WD1003FBYX 2шт;

Пассивное охлаждение Intel STS200P для Socket 2011 (1U) 1шт;

Память Kingston ValueRAM KVR1600D3D4R11S/8G 2шт.

4.5 Выбор типа линии связи

Выбор типа линии связи между сетевыми узлами обусловлен двумя аспектами. Первый из них это необходимая пропускная способность сегмента сети, которую можно получить при расчете трафика сети. Второй аспект заключается в обеспечении требуемого качества приема сигнала. Ключевым параметром здесь является затухание кабеля. Таким образом, с

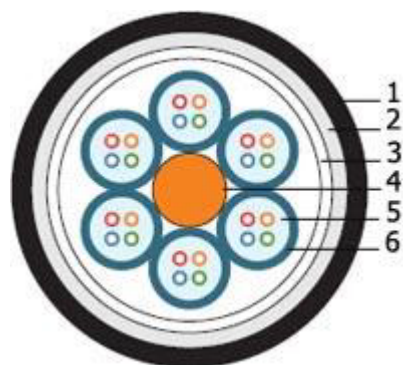
					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

учетом этих особенностей необходимо рассмотреть выбор типа линии связи для различных участков проектируемой сети. В качестве оптических каналов выбирается волоконно-оптический кабель ОКСТМ-10-01-0,22-4Е(1.5) и ОКСТМ-10-01-0,22-24Е(2.7).

Соответствует стандартам ISO-9001, EIA/TIA455, IEC-60794. Оптические характеристики соответствуют стандарту ISO/IEC 11801. Соответствует стандарту пожарной безопасности IEC 60332-1.

Описание

Волоконно-оптический кабель многомодульной конструкции (multi loose tube), 2-123 волокон. Полностью диэлектрический кабель для локальных сетей, общего применения, для внутренней/внешней прокладки. Применение в рамках подсистемы внешних и внутренних магистралей, включая прокладку в стояках. Организация разводки внутри и между зданиями (с возможностью непосредственного подключения разъема).



- 1 - Внешняя оболочка
- 2 - Гидрофобный наполнитель
- 3 - Гидроизолирующая лента
- 4 - Силовой элемент
- 5 - Оптическое волокно
- 6 - Модульная трубка

Рисунок 4.1 – Кабель оптический

Материалы

- .. Проводящий материал: оптическое волокно 9/125, 50/125, 62.5/125
- .. Изоляция волокна: модуль (трубка) из полибутилентерефталата
- .. Армирование и гидроизоляция: гидроизолирующая лента
- .. Наполнение модуля: заполнен тиксотропным гелем, предотвращающим проникновение воды
- .. Внешняя оболочка: полиэтилен
- .. Центральный силовой элемент: диэлектрический пруток

Кабели изготавливаются в оболочке из негорючего материала, с низким газодымовыделением (типа LS) и не содержащего галогенов (типа HF).

В данном проекте предлагается использовать прокладку оптического кабеля в имеющейся кабельной канализации. Кабельная канализация строится за счет государственного подрядчика, который занимается строительством всего микрорайона. Необходимо отметить, что сегменты сети, которые выполняются на основе оптического кабеля, имеют протяженность меньше 2-х километров, поэтому для передачи информации с заданной достоверностью можно обойтись без повторителей (репитеров). Об этом свидетельствуют данные, приведенные в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Затухания, вносимые оптическим кабелем

Тип кабеля	Количество волокон	Затухание, дБ/км
ОКСТМ-10-01-0,22-4Е(1.5)	4	0,2283
ОКСТМ-10-01-0,22-24Е(2.7)	24	0,2283

Представленные в таблице данные показывают, что затухание, вносимое оптоволоконным кабелем, незначительно, это свидетельствует о возможности применения его для соединения коммутаторов и обеспечения связи между ними по технологии GEthernet. Параметры кабелей представлены ниже.

Кабель UTP, 4 пары, cat 5e

.Кабель состоит из 4-х пар одножильных медных проводников. Диаметр проводника 24AWG. Каждый проводник заключен в ПВХ (PVC) изоляцию. Два проводника, скрученных со специально подобранным шагом, составляют одну витую пару. Четыре витых пары обернуты полиэтиленовой пленкой и вместе с медным одножильным заземляющим проводником заключены в общий экран из фольги и оболочку из ПВХ (PVC).

5 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ СЕТИ

5.1 Организация связи

С учетом анализа технологий и требований, определяемых протоколом Ethernet, была спроектирована мультисервисная сеть связи для микрорайона «Садовый» (рисунок 5.1).

Структура сети представляет собой классическую трехуровневую иерархию. На транспортном уровне (ядро сети) находится коммутатор третьего уровня Summit X650-24x с 24 портами 10 GE. По интерфейсу 10 GE данный коммутатор соединен с коммутаторами агрегации Summit X440-24t-10G. Коммутаторов агрегации в данной схеме 3 штуки. В данных устройствах в наличии имеются 2 uplink порта 10GE, которые задействованы для соединения с коммутатором ядра. К коммутаторам агрегации подключаются коммутаторы доступа DES-1210-52, которые между собой соединены в «кольцо». Коммутаторы DES-1210-52 имеют в своем составе 2 оптических порта 1 GE, с помощью которых они соединяются между собой и с Summit X440-24t-10G рис.5.1. Подключение абонентов осуществляется посредством кабеля UTP cat. 5e к портам Fast Ethernet коммутаторов DES-1210-52. Линии связи уровня агрегации и линии связи между коммутаторами доступа прокладываются в кабельной канализации. Пропускная способность линий связи создает возможность для предоставления всех заявленных мультимедийных услуг без потери качества. IP- телефония реализована на базе протокола SIP (Session Initialization Protocol). На серверной ферме устанавливается Proxy server, которые отвечает за установку соединений и обслуживание вызовов в рамках создаваемой сети. Схема организации фрагмента сети связи по технологии FTTB показана на рисунке 5.1.

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

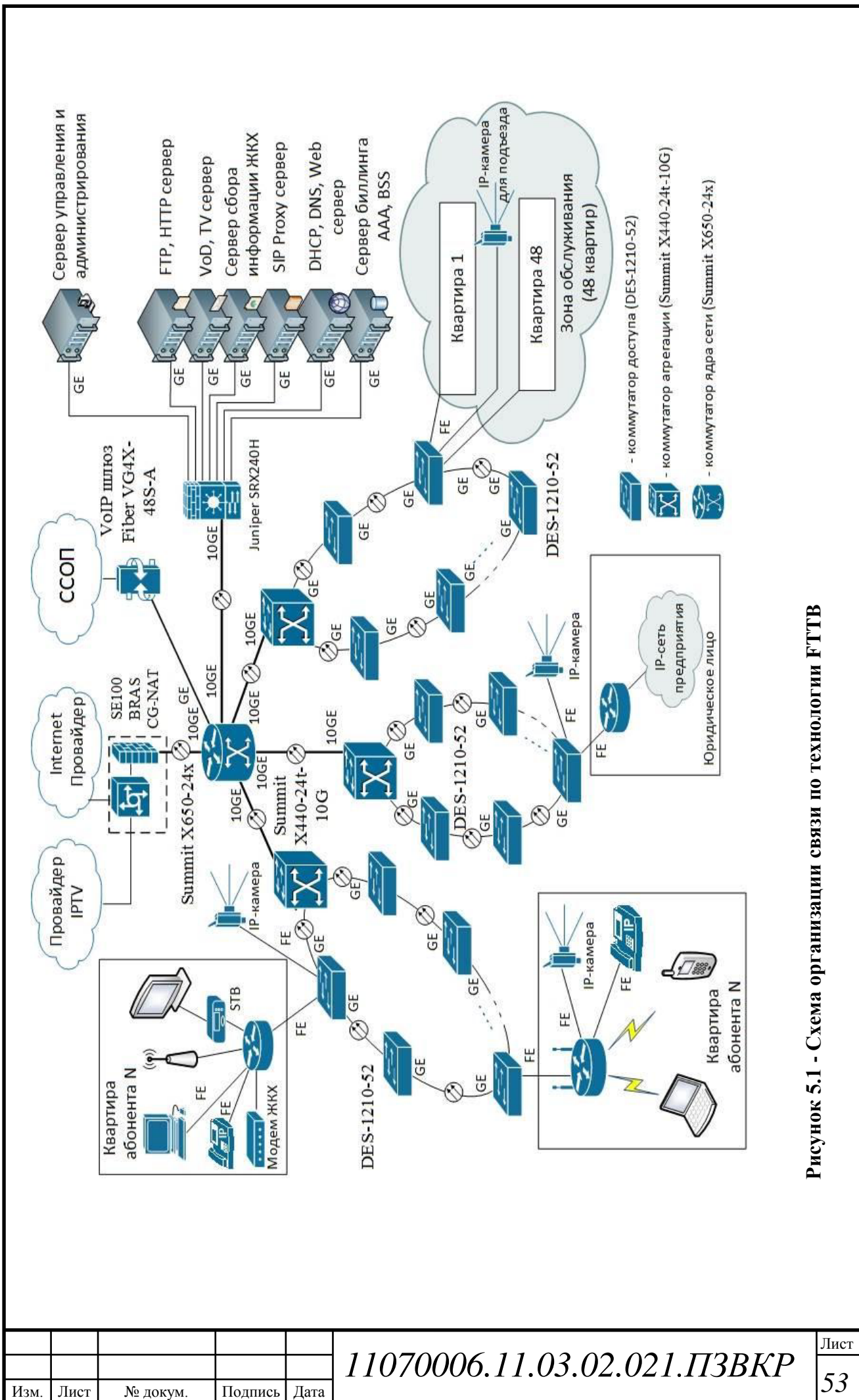


Рисунок 5.1 - Схема организации связи по технологии FTTH

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

11070006.11.03.02.021.ПЗВКР

С целью предоставления услуг доступа в Интернет, защиты от сетевых атак из вне, а также для доступа к сервису IPTV используется BRAS (Broadband Remote Access Server) SE100 BRAS CG-NAT от компании Ericsson. BRAS позволяет обеспечить создание и оказание так называемых «сквозных» услуг, которые могут транслироваться по IP/MPLS-магистрالي. Также в функции BRAS входит Firewall, который защищает сеть от внешних сетевых атак.

5.2 Рекомендации по установке оборудования

В проектируемой сети реализуется технология FTTB, т.е. с доведением оптического кабеля до здания.

Коммутаторы в домах необходимо располагать таким образом, чтобы максимально возможно защитить их от посторонних лиц. При выборе места расположения оборудования необходимо согласовать вопросы расположения и подключения с соответствующими инстанциями (электрик, техник и т.д.). 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 техническом этаже, если имеется отдельное помещение, на стене на

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

расстоянии не менее 1.5 метров от пола в защитном коробе, который закрывается, с целью защитить оборудование от вандалов.

Уровень ядра сети

На уровне ядра в транспортный коммутатор третьего уровня посредством интерфейсов 10 GE и оптических патч-кордов включаются следующие устройства: коммутаторы агрегации, BRAS, фаервол серверной фермы.

VoIP шлюз включается в порт посредством FE на основании кабеля UTP cat 5e по причине отсутствия оптических портов в своей конфигурации. Скорость подключения составит 100 Мбит/с.

Уровень ядра сети соединен с уровнем агрегации (коммутатор второго уровня) посредством оптоволоконного кабеля ОКСТМ-10-01-0.22-24 (2,7) с пропускной способностью 10 GE.

Оборудование ядра мультисервисной сети, оборудование IPTV, VoIP и доступа к сети Internet будет располагаться в одном здании в непосредственной близости. Данное помещение оборудовано всеми необходимыми средствами кондиционирования и обогрева.

Расстояние не более 1- 3м, что позволит сэкономить длину оптического кабеля связи и упростить эксплуатационное обслуживание данных элементов мультисервисной сети связи.

Предполагается, что оборудование уровня ядра сети и телематических услуг устанавливается в помещении АТС с контролируемыми характеристиками влажности и температуры. Расположение оборудование в помещении представлено на рисунке 5.2.

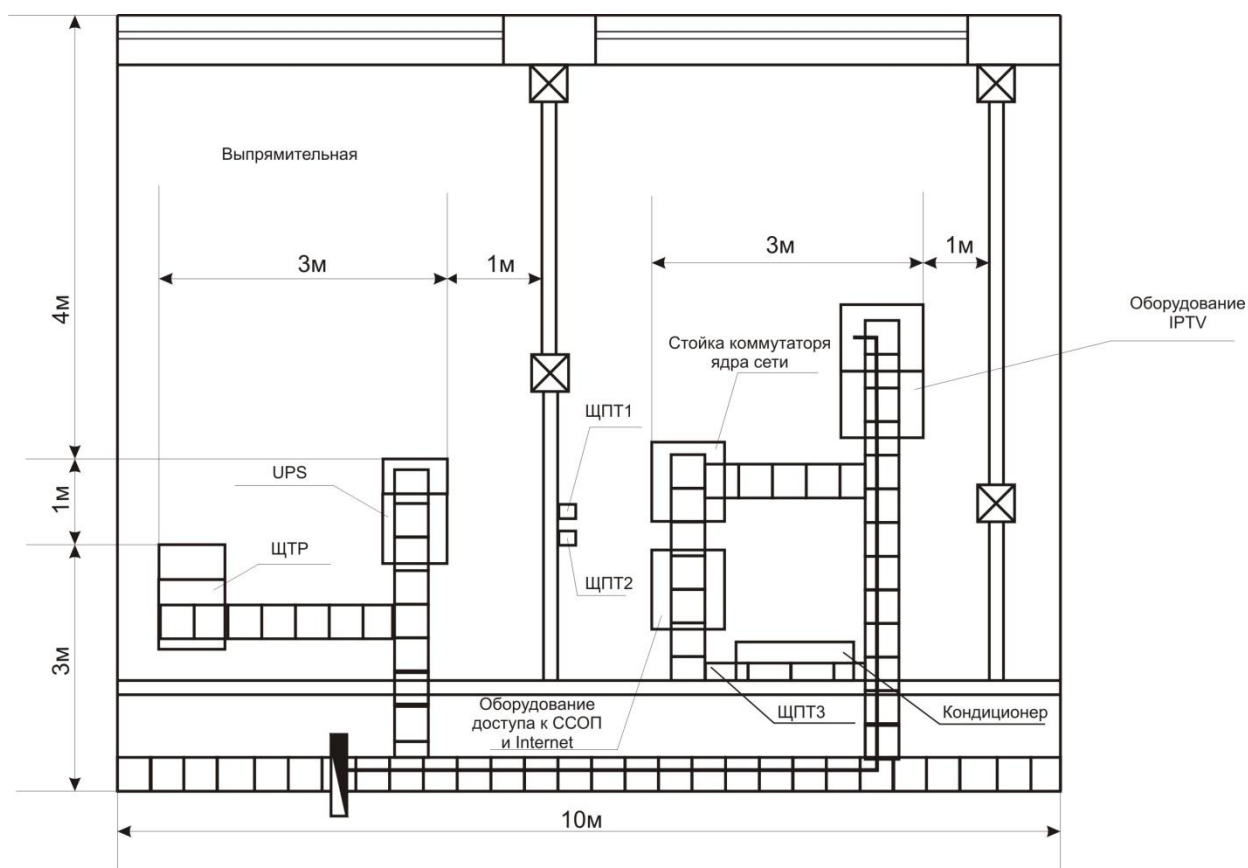


Рисунок 5.2 – Ситуационная схема размещения оборудования

Уровень агрегации

Уровень агрегации представлен в виде трех коммутаторов агрегации с 10 гигабитными портами. Для транспортного уровня проектируемой сети выбрано оборудование компании Extreme Networks серии Summit X650-24x.

В данном коммутаторе имеются всего 6 оптических портов, два из которых uplink по 10 GE, поэтому данные устройства соединяются с коммутаторами уровня доступа посредством combo портов, которых 4 с помощью интерфейса Gigabit Ethernet. Данное соединение позволяет передавать данные со скоростью 1 Гбит/с. С уровнем ядра сети соединяются при помощи оптического интерфейса 10 GE, так как в оборудовании имеются оптические интерфейсы.

Уровень доступа

На уровне доступа, в соответствии со схемой организации связи,

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

коммутатор агрегации Summit X440-24t-10G соединен с коммутатором доступа DGS-1210-52 расположенные в подъездах посредством оптического кабеля. Скорость подобных соединений составляет 1000 Мбит/с.

Расположение коммутаторов уровня доступа показано на ситуационной схеме прокладки кабеля (рисунок 5.2). Они располагаются в распределительных шкафах, устанавливаемые на техническом этаже здания.

На основании оценки трафика было установлено, что необходимая полоса пропускания для каждого абонента не превышает 100 Мбит/с., отсюда видно, что приемлемо использовать технологию Fast Ethernet с пропускной способностью 100 Мбит/с.

Абонент, находящийся в зоне обслуживания одного из коммутаторов доступа подключается к нему с помощью кабеля UTP cat 5e. на основе витой пары, предназначенный для внешней прокладки, что обеспечивает пропускную способность линии 100 Мбит/с. Однако, технология Fast Ethernet накладывает ограничения на длину используемого кабеля. Длина сегмента не должна превышать 100 м. что является ограничением на радиус обслуживания одного коммутатора доступа.

Согласно схеме организации связи распределительные шкафы находятся на технических этажах дома. Так как кабель прокладывается по слаботочной проводке в вертикальной подсистеме подъезда, наибольшее расстояние между коммутатором доступа и самым удаленным абонентом в подъезде составляет 40 м. Поэтому, можно сделать вывод, что в данном проекте за счет соблюдения условий реализации сети гарантируется быстрое и надежное функционирование мультисервисной сети связи.

Ситуационная схема трассы прокладки кабеля представлена на рисунке 5.2. В результате можно сделать вывод, что целесообразно использовать кабель типа UTP cat5e для монтажа и прокладки линий связи внутри здания. Экономически выгодно использовать на уровне соединения доступа и агрегации оптические линии связи. Для связи уровня агрегации с уровнем

доступа предлагается использовать оптические кабели с одномодовым волокном, ввиду больших протяженностей данных участков.

5.3 Рекомендации по прокладке линий связи

В здании кабель прокладывается двумя способами: с использованием вентиляционных отверстий и вдоль стен в защитном коробе. Кабель прокладывается в пространстве между стенами через щиты электропитания находящиеся на лестничной площадке каждого этажа, в соседнем кабельном канале параллельно с кабелем электропитания не имея физического контакта с ним. От коммутаторов рабочих групп к абонентам кабель прокладывается вдоль стен, под потолком. Выбор места крепежа коробов с кабелем определяется исходя из соображений защиты кабеля от вандалов и сохранения эстетического состояния помещений.

Прокладка оптического кабеля связи осуществляется в кабельной канализации. Используются несколько типов кабелей связи с различным числом оптических волокон, что позволяет более рационально использовать место в кабельной канализации. В кабельной канализации, проходящей через центральную улицу Полевая, прокладывается магистральный кабель ОКСТМ-10-0100.22-24. Для подключения домов, находящихся на этих улицах делаются отводы от магистрального кабеля при помощи соединительных муфт и кабеля ОКСТМ-10-01-0,22-4Е(1.5), который протягивается до распределительного шкафа на техническом этаже здания. В этом шкафу устанавливается коммутатор уровня агрегации. Далее кабелем UTP cat5e делается разводка кабеля по тех. Этажу до каждого подъезда, где опять же устанавливается распределительный шкаф с коммутатором доступа.

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

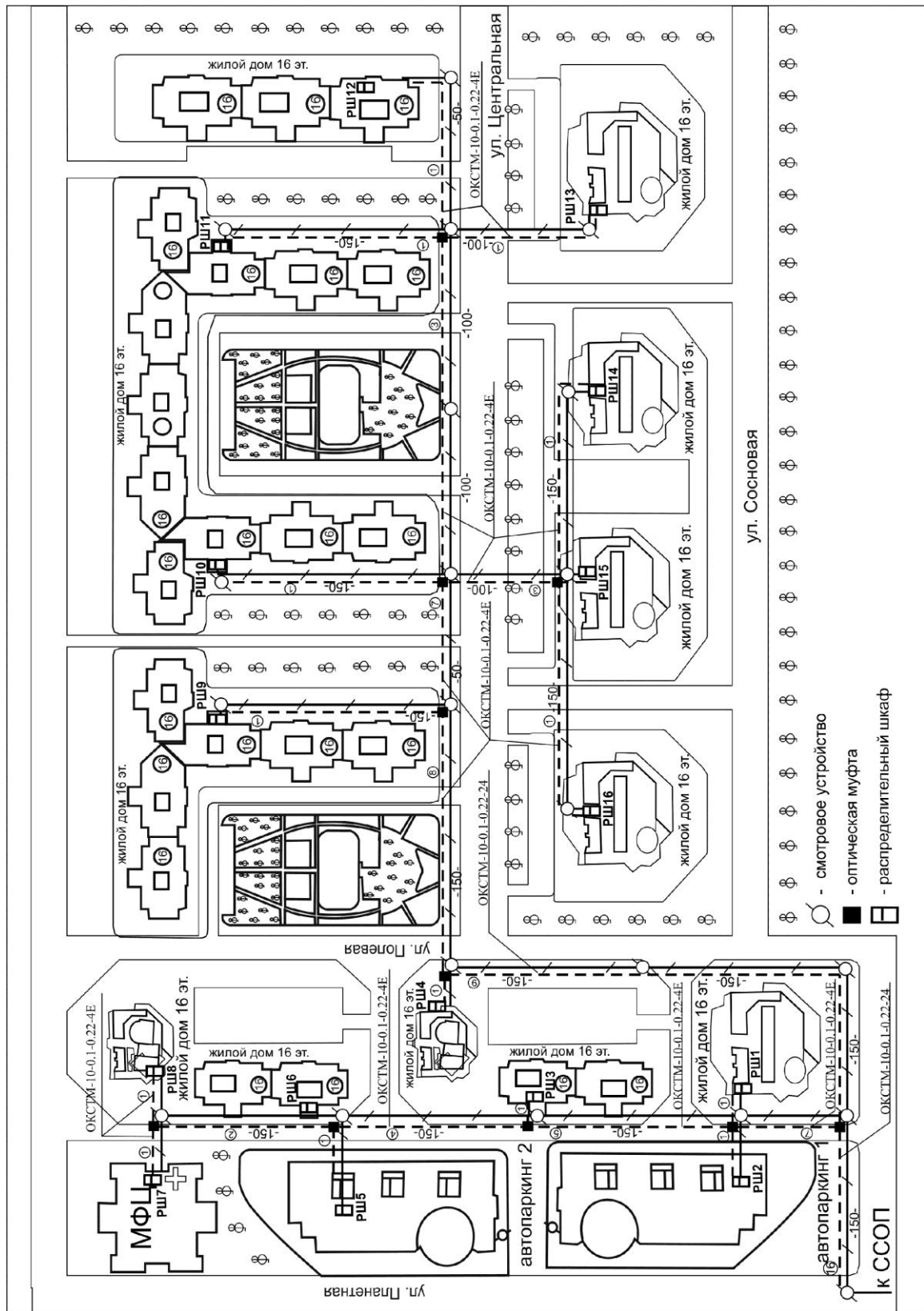


Рисунок 5.3 - Ситуационная схема трассы прокладки кабеля

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

11070006.11.03.02.021.ПЗВКР

Лист

59

Также нужно отметить, что в канализации может находиться, два и более кабеля марки ОКСТМ-10-0100.22-4Е. Это делается для дополнительного резервирования соединительных линий (см. схема организации связи).

При реализации мультисервисной сети связи микрорайона «Садовый» предлагается размещать оборудование уровня доступа и агрегации на технических этажах зданий, в антивандальных шкафах. Прокладка линий связи уровня агрегации осуществляется в кабельной канализации. Оборудование уровня ядра сети рекомендуется расположить на АТС в оборудованном помещении согласно схеме, на рисунке 5.2.

Сама трасса прокладки кабеля проходит вдоль асфальтированных дорог на расстоянии 2 м. от края проезжей части. В местах соединения кабеля или разводки располагаются смотровые колодцы.

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

6 РАСЧЕТ ОБЪЕМА ОБОРУДОВАНИЯ И ЛИНЕЙНО-КАБЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Из результатов расчетов, проведенных выше, а также схем организации связи и ситуационных схем трассы прокладки кабеля, можно вычислить необходимое количество оборудования и линейно-кабельных сооружений для проектируемой мультисервисной сети связи.

Количество коммутаторов ядра и агрегации Summit X440-24t-10G определяется количеством абонентов сети и создаваемой ими нагрузки, поэтому их количество не зависит от количества домов и прочих объектов инфраструктуры. Количество распределительных шкафов составляет 16 штук так как количество объектов где их необходимо устанавливать составляет 16 (жилые дома, 2 авто паркинга, МФЦ). Количество коммутаторов доступа составляет 50 шт. В 16-этажных домах типа «свечка» с количеством квартир 112 и 80 необходимо располагать 2 коммутатора, так как они имеют по 48 портов FE и смогут покрыть порядка 80% абонентов. Тогда учитывая количество таких домов 5+2 необходимо 14 коммутаторов доступа для таких домов. В 16-этажных домах панельного типа коммутатор доступа устанавливается в подъезде на техническом этаже. Для двух панельных домов, расположенных на улице Полевая, на техническом этаже устанавливаются 3 коммутатора на 2 подъезда. Это связано с тем, что не все абоненты (192 чел.) будут подключены к проектируемой сети и нет необходимости обеспечивать 100% проникновение. Для трех подъездного дома расположенного по улице Центральная предлагается установка 4 коммутаторов доступа по тем же причинам и соображениям. Для остальных домов расположенных по улице Центральная состоящих из 17 подъездов количество коммутаторов доступа составит 25 шт. из расчета 1,5 коммутатора на 1 подъезд. В здании МФЦ и в каждом авто паркинге планируется установка по одному коммутатору доступа т.е. 3 шт. Тогда

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

общее количество коммутаторов доступа составляет – 53 шт.

Так как, коммутаторы доступа подключаются по оптическому интерфейсу к другому коммутатору доступа (см. схему организации связи), то можно вычислить количество оптических трансиверов, необходимых для подключения уровня доступа к уровню агрегации. Всего количество коммутаторов доступа составляет 53. Следовательно, $2*53=106$ шт. Учтем, что коммутаторы агрегации которых 3 шт. в свою очередь также подключены к ядру сети оптическим интерфейсом и коммутатор ядра соединен двумя оптическими линиями с BRAS и серверной фермой, тогда $3*2+4=10$ трансиверов. Тогда, количество коннекторов для всего микрорайона составляет 126 шт.

Известно, что абоненты подключаются к коммутатору уровня доступа посредством кабеля UTP cat5e, поэтому необходимая длина кабеля для 16-этажного здания составляет в среднем 700 м на один подъезд. Учитывая количество коммутаторов доступа, получим $50*700=35000$ м. Также учитывая, что распределительный шкаф будет располагаться на техническом этаже дома, то длина оптического кабеля от него к первому смотровому колодцу составляет в среднем 50 м. Тогда $50*50=2500$ м. Для прокладки к строению, расположенному на улице Центральная используется кабель ОКСТМ-10-01-0,22-4Е(1.5) от оптической муфты, расположенной в смотровом колодце находящейся на пересечении улиц Центральная и Полевая. Тогда необходимая длина кабеля составляет 3700 м. и общая длина соответственно 6200 м. Длина кабеля ОКСТМ-10-01-0,22-24Е, которая необходимая для прокладки до распределительной оптической муфты составляет 600 м. Однако необходимо отметить, что кабель продается бухтами по 1 км. Или 5 км. Поэтому ОКСТМ-10-01-0,22-4Е необходимо приобрести 6000 м., а ОКСТМ-10-01-0,22-24 - 1 км.

Для работы коммутаторов ядра сети и агрегации необходимы соответствующие выпрямители питания, которые обеспечивают качественным энергоснабжением, а также систему бесперебойного питания

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

UPS и аппаратуры кондиционирования и вентиляции. Вся аппаратура устанавливается в телекоммуникационную стойку, которых необходимо 2 шт.

Таблица 6.1 – Необходимый объем оборудования

№	Наименование	Количество/длина
1	Коммутатор ядра сети Summit X650-24x	1 шт.
2	Коммутатор агрегации Summit X440-24t-10G	3 шт.
3	Коммутатор доступа	53 шт.
4	Выпрямитель для коммутатора ядра	1 шт.
5	Выпрямитель для коммутатора агрегации	3 шт.
6	Ericsson (RedBack) SE100 BRAS CG-NAT	1 шт.
7	Межсетевой экран Juniper SRX240H	1 шт.
8	Шлюз VOIP Fiber VG4X-48S-A	1шт.
9	Серверы 19" 1U	7 шт.
10	Программное обеспечение для сервера администрирования	1 шт.
11	Телекоммуникационные антивандальные шкафы.	53 шт.
12	Стойки для установки оборудования.	2 шт.
13	Кондиционер	1 шт.
14	Система бесперебойного питания UPS	1 шт.
15	Кабель оптический ОКСТМ-10-0100.22-24Е	1000 м
16	Кабель оптический ОКСТМ-10-0100.22-4Е	6000 м
17	Оптические трансиверы	126 шт.
18	Муфты оптические	10 шт.
19	Кабель UTP cat 5e	35000 м
20	Коннекторы RG-45	5 000

В выше изложенной таблице представлены данные по оборудованию и кабелям связи, необходимым для построения мультисервисной сети связи.

7 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

7.1 Оценка капитальных вложений

Целью технико-экономического обоснования проекта является анализ его с точки зрения эффективности инвестиционных вложений. Для этого чтобы дать оценку проекта по технико-экономическим показателям необходимо решить следующие задачи:

- .Рассчитать капитальные вложения;
- .Рассчитать предполагаемые доходы;

К капитальным вложениям относятся все затраты вносимые на первоначальном этапе строительства сети и имеющие единовременный характер. Для определения капитальных вложений составляется смета затрат на используемое оборудование, линейно-кабельные сооружения и материалы составляющие инвестиции в проект. Расчет капитальных вложений в оборудование и материалы представлен в таблице 7.1. Она включает в себя все оборудование, использованное в дипломном проекте.

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

- 1) . стоимость установка и монтаж оборудования;
- 2) . стоимость, прокладка и монтаж кабеля;
- 3) . транспортные расходы (тара и упаковка, таможенные расходы);
- 4) . прочие непредвиденные расходы.

Затраты на приобретение и монтаж стационарного оборудования, а также стоимость волоконно-оптического кабеля определяются на контрактной и договорной основе с заказчиком и подрядчиком, что является коммерческой тайной предприятия, поэтому используются ориентировочные цены; расчет капитальных вложений на оборудование и - строительно-монтажные работы; размещение оборудования производится на существующих

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

площадях, поэтому затраты на строительство новых зданий не предусмотрены.

Таблица 7.1 – Капитальные вложения в оборудование и материалы

№	Наименование	Кол-во	Стоимость единицы (руб.)	Всего затрат (руб.)
1	2	3	4	5
1	Extreme Networks Summit X650-24x	1 шт.	660 000	660 000
2	Extreme Networks Summit X440-24t-10G.	3 шт.	149 000	447 000
3	D-Link серии DES-1210-52.	53 шт.	11 300	598 900
4	Маршрутизатор Ericsson (RedBack) SE100 BRAS CG-NAT	1 шт.	365 000	365 000
6	VoIP шлюз Fiber VG4X-48S-A	1 шт.	47 300	47 300
7	Межсетевой экран Juniper SRX240H	1 шт.	180 000	180 000
8	Сервер 19" 1U Intel XEON E5-2603V2	7 шт.	105000	735 000
9	Оптические коннекторы SFP-1,25G	106 шт.	700	74 200
10	Оптические коннекторы SFP-100	20 шт.	2 000	40 000
11	Система бесперебойного питания UPS CyberPower Value 1000E	1 шт.	30 000	30 000
12	Антивандалный шкаф	53 шт.	4 000	212 000
13	Стойки для телекоммуникационного оборудования.	2 шт.	7 000	14 000
14	Выпрямитель для коммутатора ядра	1 шт.	6 000	6 000
15	Выпрямитель для агрегации	3 шт.	5 200	15 600
16	IP камеры для подъездов IPEYE-3871	26 шт.	2 550	66 300
17	Комплект для монтажа оборудования (кабельный органайзер, крепежи)	2 шт.	15 600	32 200
18	Аренда ТВ каналов у провайдера IPTV	100 шт.	3 500	350 000
19	Лицензия на телематические услуги	1 шт.	500 000	500 000
20	ПО для сервера AAA	1 шт.	257 000	257 000
21	ПО для медиа-сервера	1 шт.	46 000	46 000
22	ПО для ftp и других серверов	1 шт.	30 000	30 000
23	Кондиционер DANTEX RK-09SE	1 шт.	13 500	13 500
24	Муфты для оптических кабелей	10 шт.	4500	45 000

Продолжение таблицы 7.1

25	Монтаж оптической муфты	10 шт.	1500 р	15 000
26	Монтаж оптических трансиверов	126 шт.	1 500	189 000
27	Кабель ОКСТМ-10-01-0,22-4Е	6 км.	12 400	74 400
28	Монтаж оптического кабеля 4Е	6000 м	100 руб.[25]	600 000
29	Кабель ОКСТМ-10-01-0,22-24Е	1 км.	3 250	56 800
30	Монтаж оптического кабеля 24Е	1000 м	200 руб.[25]	200 000
31	Кабель UTP cat 5е. 1букта по 350м.	35 км.	5 000	175 000
32	Коннекторы RG-45	5000 шт	4	20 000
33	Обжимка коннекторов RG-45	2500 шт	50	125 000
34	Монтаж оптических кроссов, патч-панелей и стоек	2 шт.	4 000	8 000
35	Монтаж антивандальных шкафов	53	1300 [25]	69800
ИТОГО				6 298 000

Пуско-наладочные работы, 15% от общей стоимости оборудования и монтажа: 944700 рублей.

Транспортные расходы, включающие расходы на таможенню примерно 4% от общей суммы, 251 920 рублей.

Расходы на тару и упаковку, 0,5% от общей стоимости оборудования: 31 490 рублей.

Заготовительно - складские расходы, 1,2% от общей стоимости оборудования: 75 576 рублей.

Другие непредвиденные расходы, 3% от общей стоимости оборудования: 188 940 рублей.

Общие капитальные вложения будут равны сумме всех затрат:

Проведенные расчеты показали, что затраты на построение сети составляют порядка 7 790 626 руб.

7.2 Калькуляция эксплуатационных расходов

Эксплуатационными расходами называются текущие расходы предприятия на производство услуг связи. 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 используем следующие статьи:

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

Расходы на оплату труда

Для вычисления годового фонда заработной платы необходимо выполнить следующее:

- определить численность штата производственного персонала;
- рекомендуемый состав персонала по обслуживанию стационарного оборудования. Данные результаты приведены в таблицах 7.2 и 7.3.

Таблица 7.2 – Состав персонала по обслуживанию стационарного оборудования

Наименование должности	Оклад	Количество, чел.	Сумма з/пл, руб.
Инженер-Администратор настройщик сети	23000	1	23000
Электромонтер-монтажник	16000	1	16000
Итого		2	39000

Таблица 7.3 - Состав персонала по обслуживанию линейного тракта

Наименование должности	Оклад	Количество, чел.	Сумма з/пл, руб.
Кабельщик - спайщик	16000	1	16000
Инженер-Настройщики оборудования	11000	1	11000
Итого		2	27000

Годовой фонд оплаты труда составит:

1) Для стационарного персонала.

$$\text{ФОТ}_{\text{Год}} = \text{СЗП} * 12 * 1,27 = 39000 * 12 * 1,27 = 594\,360 \text{ руб.}, \quad (7.1)$$

2) Для линейного персонала

$$\text{ФОТ}_{\text{Год}} = \text{СЗП} * 12 * 1,25 = 27\,000 * 12 * 1,25 = 405\,000 \text{ руб.}, \quad (7.2)$$

Где: 1,25 - размер премии (25 %);

СЗП – средняя заработная плата штата (средний оклад всего персонала в месяц); Общий годовой фонд оплаты труда составит:

$$\text{ФОТ} = 594\,360 + 405\,000 = 999\,360 \text{ руб.}$$

Страховые взносы

Каждое предприятие обязано выплачивать налоги на каждого своего сотрудника, с 1 января 2010 года единый социальный налог (ЕСН) был заменён **страховыми взносами**, а его ставка повышена. Ранее ЕСН составлял лишь 26%, затем он был резко увеличен до 34%. На сегодняшний день (2017 год) этот показатель составляет порядка **30%** от заработной платы.

$$\text{СВ} = 0,3 * \text{ФОТ}_{\text{Год}} = 0,3 * 999\,360 = 299\,808 \text{ руб.}, \quad (7.3)$$

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:

$$AO = T / F, \text{ руб}$$

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

$$AO_{\text{год}} = 3\,930\,600 / 7 = 561\,514 \text{ руб.}, \quad (7.4)$$

Материальные затраты

Рассматривая материальные затраты необходимо отметить, что величина материальных затрат складывается из оплаты за электроэнергию для производственных нужд, оплата материалов, запасных частей и др. Данные составляющие материальных затрат можно определить следующим образом:

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

$$\dots\dots\dots Z_{\text{Эн}} = T * 24 * 365 * P,$$

где T- 3.5 руб./кВт час - тариф на электроэнергию.

P =6 кВт - мощность установок. Тогда, затраты на электроэнергию составят

$$Z_{\text{Эн}} = 3.5 * 24 * 365 * 6 = 183\,960 \text{ руб.}, \dots\dots\dots (7.6)$$

б) затраты на материалы и запасные части составляют 3,5% от ОПФ:

В итоге материальные затраты составляют:

$$Z_{\text{м}} = 7\,790\,626 * 0,035 = 272\,671,91 \text{ руб.}, \dots\dots\dots (7.7)$$

Таким образом, общие материальные затраты равны

$$Z_{\text{общ}} = Z_{\text{Эн}} + Z_{\text{м}} = 183\,960 + 272\,671,91 = 456\,631,91 \text{ руб.}, \dots\dots\dots (7.8)$$

Прочие расходы

Прочие расходы предусматривают общие производственные и эксплуатационно-хозяйственные затраты:

$$\text{Зпрчие} = 0,05 * \text{ФОТ} = 999\,360 * 0,05 = 52\,952 \text{ руб.}, \dots\dots\dots(7.9)$$

Таблица 7.4 - Результаты расчета годовых эксплуатационных расходов

№	Вид затрат	Стоимость затрат, руб.
1	ФОТ	999 360
2	Страховые взносы	299 808
3	Амортизационные отчисления	561 514
4	Материальные затраты	456 631,9
5	Прочие расходы	52 952
6	Выплаты провайдеру Internet	2 000 000
7	Выплата провайдеру IPTV	1 500 000
Итого:		5 870 265

7.3 Определение тарифных доходов

Тарифные доходы делятся на: разовые доходы (подключение абонентов) и текущие доходы (абонентская плата).

В данном проекте предусматривается, что сначала подключиться 1408 абонентов. Считается, что в каждой квартире подключают какую-либо услугу. Поэтому доходы от подключения физических лиц вычисляются для всего количества абонентов. Расчеты тарифных доходов на подключение новых абонентов представлены в таблице 7.5.

Таблица 7.5 — Доходы от подключения новых абонентов по годам

год	Наименование	Стоимость подключения, руб.	Количество абонентов	Доход от подключения новых абонентов, тыс.руб.
—	Подключение физических лиц	250 + кабель	1 408	352 000
	Подключение юр. лиц	750	62	46 500
Итого:				398 500

Окончание таблицы 7.5

2	Подключение физических лиц	250 + кабель	308	77 000
	Подключение юр. лиц	750	12	9000
Итого:				86 000
3	Подключение физических лиц	250 + кабель	352	88 000
	Подключение юр. лиц	750	9	6 750
Итого:				94 750
4	Подключение физических лиц	250 + кабель	264	66 000
	Подключение юр. лиц	750	8	6000
Итого:				72 000
5	Подключение физических лиц	250 + кабель	308	77 000
	Подключение юр. лиц	750	7	5250
Итого:				82250

Доход от подключения абонентов составит 537 500 руб.

Учитывая конкуренцию среди провайдеров, то в первый год подключаться всего примерно 44% абонентов (1408 аб.) от общего количества (3200 аб.). Затем в течение следующих 5 лет подключаться еще 30%. Динамика подключений абонентов по годам представлена в таблице 8.5.

Рассчитаем текущие доходы, т.е. доходы от абонентской платы за предоставляемые услуги. Расчет текущих расходов представлен в таблице 7.6

Таблица 7.6 - Доходы от абонентской платы за первый год

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.	Количество абонентов	Доход, руб./мес.
1	2	3	4
IP -телефония	200	700	140 000

Окончание таблицы 7.6

IP –телефония для юр. лиц	350	60	21 000
Доступ к сети Интернет для Физических лиц	500	1320	660 000
Доступ к сети Интернет для Юридических лиц.	800	60	48 000
Цифровое телевидение для Физических лиц	300	500	150 000
TV по запросу для Физических лиц	300	200	60 000
TV по запросу для Юридических лиц	700	25	17 500
Итого:			1 096 500

$$\text{Дох}_{\text{год}} = 1\,096\,500 * 12 = 13\,158\,000 \text{ руб.}, \quad (7.10)$$

Средний доход в год от одного абонента сети составит:

$$\text{СРдох} = 13\,158\,000 / 1408 = 9345,1 \text{ руб.}, \quad (7.11)$$

Чистый доход рассчитывается следующим образом:

$$\text{ЧД}_{\text{год}} = 8\,652\,000 - 5\,870\,265 = 7\,287\,735 \text{ руб.}, \quad (7.12)$$

Для второго года:

Таблица 7.7 - Доходы от абонентской платы за 2 год

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.	Количество абонентов	Доход, руб./мес.
1	2	3	4
IP -телефония	200	780	156 000
IP –телефония для юр. лиц	350	63	22 050
Доступ к сети Интернет для Физических лиц	500	1600	800 000
Доступ к сети Интернет для Юридических лиц.	800	32	25 600

Окончание таблицы 7.7

Цифровое телевидение для Физических лиц	300	540	162 000
TV по запросу для Физических лиц	300	240	72 000
TV по запросу для Юридических лиц	700	5	3 500
Итого:			1 241 150

$$\text{Дох}_{\text{год}} = 1\,241\,150 * 12 = 14\,893\,800 \text{ руб.},$$

$$\text{СРдох} = 14\,893\,800 / 1708 = 8720 \text{ руб.},$$

Чистый доход рассчитывается следующим образом:

$$\text{ЧД}_{\text{год}} = 14\,893\,800 - 5\,870\,265 = 9\,023\,535 \text{ руб.},$$

Для третьего года:

Таблица 7.8 - Доходы от абонентской платы за 3 год

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.	Количество абонентов	Доход, руб./мес.
1	2	3	4
IP -телефония	200	880	176 000
IP –телефония для юр. лиц	350	10	3 500
Доступ к сети Интернет для Физических лиц	500	1900	950 000
Доступ к сети Интернет для Юридических лиц.	800	10	8 000
Цифровое телевидение для Физических лиц	300	600	180 000
TV по запросу для Физических лиц	300	270	81 000
TV по запросу для Юридических лиц	700	7	4 900
Итого:			1403 400

$$\text{Дох}_{\text{год}} = 1\,403\,400 * 12 = 16\,840\,800 \text{ руб.}, \dots\dots\dots$$

$$\text{СРдох} = 16\,840\,800 / 2060 = 8175,1 \text{ руб.},$$

Чистый доход рассчитывается следующим образом:

$$\text{ЧД}_{\text{Год}} = 16\,840\,800 - 5\,870\,265 = 10\,970\,535 \text{ руб.},$$

Для четвертого года:

Таблица 7.9 - Доходы от абонентской платы за 4 год

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.	Количество абонентов	Доход, руб./мес
1	2	3	4
IP -телефония	200	970	194 000
IP –телефония для юр. лиц	350	10	3 500
Доступ к сети Интернет для Физических лиц	500	2230	1115 000
Доступ к сети Интернет для Юридических лиц.	800	10	8 000
Цифровое телевидение для Физических лиц	300	630	189 000
TV по запросу для Физических лиц	300	289	86 700
TV по запросу для Юридических лиц	700	7	4 900
Итого:			1601 100

$$\text{Дох}_{\text{Год}} = 1\,601\,100 * 12 = 19\,213\,200 \text{ руб.}, \dots\dots\dots$$

$$\text{СРдох} = 19\,213\,200 / 2230 = 8615,7 \text{ руб.},$$

Чистый доход рассчитывается следующим образом:

$$\text{ЧД}_{\text{Год}} = 19\,213\,200 - 5\,870\,265 = 13\,342\,935 \text{ руб.},$$

Для пятого года:

Таблица 7.10 - Доходы от абонентской платы за 5 год

Наименование услуги	Абонентская плата, руб./мес.	Количество абонентов	Доход, руб./мес.
1	2	3	4
IP -телефония	200	1350	270 000
IP –телефония для юр. лиц	350	10	3 500

Окончание таблицы 7.10

Доступ к сети Интернет для Физических лиц	500	2550	1275 000
Доступ к сети Интернет для Юридических лиц.	800	10	8 000
Цифровое телевидение для Физических лиц	300	720	216 000
TV по запросу для Физических лиц	300	360	108 000
TV по запросу для Юридических лиц	700	7	4 900
Итого:			1 885 400

$\text{Доход}_{\text{год}} = 1\,885\,400 \cdot 12 = 22\,624\,800$ руб.,

$\text{СР}_{\text{дох}} = 22\,624\,800 / 2550 = 8872,4$ руб.,

Чистый доход рассчитывается следующим образом:

$\text{ЧД}_{\text{год}} = 22\,624\,800 - 5\,870\,265 = 16\,754\,535$ руб.,

7.4 Определение оценочных показателей проекта

Среди основных показателей проекта можно выделить срок окупаемости, т.е. временной период, когда реализованные проект начинает приносить прибыль превосходящую ежегодные затраты. Для оценки срока окупаемости можно воспользоваться принципом расчета чистого денежного дохода (NPV), который показывает величину дохода на конец i-го периода времени. Данный метод основан на сопоставлении величины исходных инвестиций (IC) с общей суммой дисконтированных чистых денежных поступлений (PV) за весь расчетный период. Иными словами этот показатель представляет собой разность дисконтированных показателей доходов и инвестиций, рассчитывается по формуле (7.13):

$$NPV = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} - \sum_{n=1}^m \frac{IC_n}{(1+i)^{n-1}} \quad (7.13)$$

где PV – денежный доход, рассчитываемый по формуле (7.14); IC – отток денежных средств в начале n -го периода, рассчитываемый по формуле (7.15).

$$PV = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} \dots\dots\dots(7.14)$$

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

$$IC = \sum_{n=1}^m \frac{IC_n}{(1+i)^{n-1}} \dots\dots\dots(7.15)$$

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

В таблице 7.7 приведены расчеты NPV для проекта со следующими показателями: капитальные вложения - 7 790 626; ежегодные затраты 5 870 265 руб. ставка дисконта 15 %. Нулевым годом считается год реализации проекта. Параметр P показывает прибыль, полученную за некоторый год, без учета предыдущих лет.

Таблица 7.11 – Оценка экономических показателей проекта с учетом дисконта

Год	P	PV	I	IC	NPV
0	0	0	13660891	13660891	-13660891
1	7 287 735	6337160	5870265	17872389	-11535228
2	9023535	13160249	5870265	21534561	-8374311
3	10970535	20373554	5870265	24719059	-4345504
4	13342935	28002420	5870265	27488187	514233
5	16754535	36332385	5870265	29896125	6436260

Как видно из приведенных в таблице 7.7 рассчитанных значений, проект окупиться на 4 году эксплуатации.

Точный срок окупаемости можно рассчитать по формуле:

$$PP = T + NPV_n / (|NPV_{n-1}| + NPV_n) \quad (7.16)$$

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.

$$PP = 4 + 514233,8 / (|-4345504,8| + 514233,8) = 4,1$$

$PP=4,1$ (то есть 4 года и 1 месяц)

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

$$PI = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} / \sum_{n=1}^m \frac{IC_n}{(1+i)^{n-1}} \quad (7.17)$$

$$PI = 36332385 / 29896125 = 1,21$$

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

Экономический смысл показателя IRR заключается в том, что предприятие может принимать любые решения инвестиционного характера, уровень рентабельности которых не ниже цены капитала. Чем выше IRR,

тем больше возможностей у предприятия в выборе источника финансирования. Иными словами, что он показывает ожидаемую норму доходности (рентабельность инвестиций) или максимально допустимый уровень инвестиционных затрат в оцениваемый проект. IRR должен быть выше средневзвешенной цены инвестиционных ресурсов:

$$IRR > i \dots\dots\dots(7.18)$$

где i – ставка дисконтирования

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

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1) \dots\dots\dots (7.19)$$

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

$i_1 = 15$, при котором $NPV_1 = 514\,233$ руб.; $i_2 = 17$, при котором $NPV_2 = -156\,205$ руб.

$$IRR = 15 + \frac{514233}{514233 - 156205} (17 - 15) = 16,86$$

Тогда $IRR = 16,86$

Таким образом, внутренняя норма доходности проекта составляет 16,86% что больше цены капитала, которая рассматривается в качестве 15%., таким образом, проект следует принять. В случае если, IRR был бы < i проект бы был нецелесообразен для реализации.

В данном разделе осуществлена оценка капитальных вложений в предлагаемый проект и калькуляция эксплуатационных расходов. Определен общий дохода от реализации проекта, рассчитаны основные оценочные показатели проекта, характеризующие инвестиционные показатели проекта. Рассчитанные технико-экономические показатели на конец расчетного периода сведены в таблицу 7.12.

Таблица 7.12 – Основные технико-экономические показатели проекта

Показатели	Значение
Количество портов	3180
Капитальные затраты, руб	7 790 626
Ежегодные эксплуатационные расходы, руб, в том числе:	5 870 265
Фонд оплаты труда	999 360
Страховые взносы	299 808
Амортизационные отчисления	561 514
Материальные затраты	456 631,91
Общие производственные расходы	52 952
Доходы (NPV), руб	514233
Внутренняя норма доходности (IRR)	16,86
Индекс рентабельности (PI)	21%
Срок окупаемости, год	4 года 1 месяц

Как видно из показателей через 4 года и 1 месяц данная сеть окупится и начнет приносить стабильную прибыль. Это обусловлено, прежде всего, большим количеством абонентов. Вторым ключевым фактором является выбор технологии ФТТВ, которая позволяет существенно снизить стоимость сети из расчета порт/на абонента.

8 ОХРАНА ТРУДА, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОЕКТА

8.1 Анализ травматизма и профессиональных заболеваний на предприятии

Анализ травматизма и профессиональных заболеваний на предприятии связи производится на основе аттестации по условиям труда.

Результаты аттестации используются в целях:

- паспортизации организации на соответствие требованиям по охране труда;
- установления коэффициента класса профессионального риска для определения страхового тарифа страхователя (работодателя) при страховании от несчастного случая и профессионального заболевания;
- обоснования предоставления льгот и компенсаций работникам, занятым на работах с вредными и опасными условиями труда, в предусмотренном законодательном порядке для включения их в коллективный договор;
- решения вопроса о связи заболевания с профессией при подозрении на профессиональное заболевание, усыновление диагноза профзаболевания, в том числе при решении споров, разногласий в судебном порядке;
- рассмотрение вопроса о необходимости приостановления эксплуатации производственного объекта, изменении технологий, представляющих непосредственную угрозу жизни и здоровью работников;
- планирование и проведение мероприятий по охране и условиям труда в организациях в соответствии с действующими нормативными правовыми документами;

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

- составления отчетности о состоянии условий труда, льготах и компенсациях, предоставляемых за работу с вредными и опасными условиями труда;
- ознакомления работников при приеме на работу) с условиями труда, их влиянием на здоровье и необходимыми средствами индивидуальной защиты.

Сроки проведения аттестации устанавливаются организацией, исходя из изменения условий и характера труда, но не реже одного раза в 3 года с момента проведения последних измерений.

Внеочередной аттестации подлежат производственные объекты после замены производственного оборудования, изменения технологического процесса, реконструкции средств коллективной защиты и другое, а также по требованию органов Государственного надзора и контроля за охраной труда при выявлении нарушений проведения аттестации.

Измерения параметров опасных и вредных производственных факторов проводятся лабораториями, получившими на это разрешение от региональных органов охраны и условий труда.

Для организации и проведения аттестации издаётся приказ, в соответствии с которым создаётся постоянно действующая аттестационная комиссия в составе председателя, членов и ответственного за составление, ведение, хранение документации по аттестации.

В состав аттестационной комиссии организации рекомендуется включать специалистов служб охраны труда, отдела труда и заработной платы, руководителей производственных объектов, медицинских работников, уполномоченных лиц по охране труда профессиональных союзов или трудового коллектива.

Аттестационная комиссия:

– осуществляет методическое руководство и контроль за проведением работы на всех её этапах;

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

- формирует необходимую нормативно-справочную базу для проведения аттестации и организует её изучение;
- выявляет на основе анализа причин производственного травматизма наиболее травмоопасные участки, работы и оборудование;
- составляет и готовит к утверждению перечень производственных объектов организации, имеющих опасные и вредные факторы производственной среды, исходя из характеристик технологического процесса, состава и технического состояния оборудования применяемого сырья и материалов, данных ранее проводившихся замеров опасных и вредных производственных факторов, жалоб работников на условия труда;
- составляет и утверждает график проведения аттестации на производственных объектах организации;
- присваивает коды производственным объектам для проведения автоматизированной обработки результатов аттестации;
- разрабатывает предложения по улучшению и оздоровлению объектов к их сертификации на соответствие требованиям по безопасности труда.

Оценка производственных факторов (физических, химических) по условиям труда производится на основании результатов замеров полученных не менее на 10 основных рабочих местах обследуемого производственного объекта. Для зданий (помещений), имеющих площадь менее 100 м², допускается проведение замеров на трёх рабочих местах.

Замеры уровней производственных факторов проводятся по методикам, утвержденным в установленном порядке. Измерения физических, химических факторов должны выполняться в процессе работы в соответствии с технологическим регламентом, при исправных средствах коллективной и индивидуальной защиты и оформляться в соответствии с протоколами.

Величина отклонения показателя фактического уровня исследуемого производственного фактора над допустимым в сторону превышения свидетельствует о наличии вредного(ых) производственного(ых)

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

фактора(ов) в рабочей зоне. Каждое наименование вредного производственного фактора соответствует одному классу профессионального риска.

Суммарная величина не может быть выше всех имеющихся вредных факторов и является показателем класса профессионального риска производственного объекта.

Оценка травмобезопасности производственных объектов проводится организациями самостоятельно.

Травмобезопасность оценивается исходя из класса профессионального риска в зависимости от уровня травматизма и профессиональных заболеваний и класса профессионального риска в зависимости от технического состояния безопасности оборудования, машин, механизмов.

Класс профессионального риска в зависимости от уровня травматизма определяется на основании среднего показателя (коэффициента риска), рассчитанного по динамике производственного травматизма на производственном объекте за последние три года, предшествующие аттестации.

Класс профессионального риска в зависимости от технического состояния оборудования, машин, механизмов определяется исходя из уровня сертификации обследуемых технических средств на производственном объекте.

Наличие сертификатов на каждое производственное оборудование, машины, механизмы, правильность ведения и соблюдения требований нормативных документов характеризует степень обеспечения безопасности труда в этом случае класс профессионального риска считается минимальным.

Для оборудования, машин, механизмов, не имеющих сертификат установленного образца, оценка травмобезопасности может быть осуществлена на основании разработанных и согласованных с местными

органами стандартизации и метрологии мероприятий по подготовке к сертификации.

При отсутствии указанных мероприятий органы государственного контроля и надзора рассматривают вопрос о необходимости приостановления эксплуатации оборудования, машин, механизмов производственного объекта, представляющего непосредственную угрозу жизни и здоровью работников.

При полном отсутствии сертификатов на все виды оборудования, машин, механизмов класс профессионального риска в зависимости от технического состояния оборудования, машин, механизмов производственного объекта оценивается по максимальной шкале.

Оценка травмобезопасности при наличии двух разных показателей классов профессионального риска по травмобезопасности устанавливается по наиболее высокому классу.

8.2 Требования к рабочему месту

При организации рабочего места должны учитываться следующие требования:

- достаточное рабочее пространство, позволяющее человеку осуществлять необходимые движения и перемещения при эксплуатации и техническом обслуживании;
- оптимальное размещение оборудования;
- необходимое естественное и искусственное освещение;
- наличие необходимых средств защиты работающего персонала от действия вредных и опасных производственных факторов.

Многие производственные процессы сопровождаются значительным шумом. Чрезмерный шум на производстве и в быту, уровень которого не

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

соответствует существующим санитарным нормам, оказывает вредное влияние на организм человека: развивает тугоухость и глухоту, расшатывает центральную нервную систему, вызывает головные боли и бессонницу, учащается пульс и дыхание, изменяется кровяное давление.

Шум является причиной более быстрого, чем в нормальных условиях, утомления и снижения работоспособности человека.

Работа человека в условиях чрезмерного шума ослабляет внимание, что может прослужить причиной производственного травматизма.

Постоянный шум приводит к быстрой утомляемости, головной боли, бессоннице, нервозности, ослабляет внимание. Необходимо, чтобы уровень шума в помещениях не превышал допустимых пределов звукового давления на рабочих местах. Снижение шума достигается следующими методами:

- уменьшение шума в источнике;
- акустическая обработка помещений;
- уменьшение шума на пути его распространения;
- рациональная планировка помещения.

Микроклимат производственных помещений - метеорологические условия внутренней среды этих помещений, которые определяются действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха.

Микроклимат производственного помещения оказывает значительное влияние на работника. Отклонения отдельных параметров микроклимата от рекомендованных значений снижают работоспособность, ухудшают самочувствие работника и могут привести к профессиональным заболеваниям.

Температура воздуха оказывает существенное влияние на самочувствие и результаты труда человека. Низкая температура вызывает охлаждение организма и может способствовать возникновению простудных заболеваний. При высокой температуре возникает перегрев организма, что

ведет к повышенному потовыделению и снижению работоспособности. Работник теряет внимание, что может стать причиной несчастного случая.

Повышенная влажность воздуха затрудняет испарение влаги с поверхности кожи и легких, что ведет к нарушению терморегуляции организма и, как следствие, к ухудшению состояния человека и снижению работоспособности. При пониженной относительной влажности (менее 20%) у человека появляется ощущение сухости слизистых оболочек верхних дыхательных путей.

Температура воздуха в помещении должна составлять 20-25 градусов Цельсия (в зависимости от времени года).

На организм человека и работу аппаратуры большое влияние оказывает влажность воздуха. В соответствии с нормами ее значение должно быть 55 – 60%. При относительной влажности воздуха более 70 – 80% снижается сопротивление изоляции, изменяются рабочие характеристики элементов. Помимо перечисленных параметров также имеют значение скорость движения воздуха (0.2м/с) и запыленность воздушной среды.

К системам освещения предъявляются следующие требования:

- соответствие уровня освещенности рабочего места характеру выполняемой зрительной работы;
- достаточно равномерное распределение яркости на рабочей поверхности и окружающих предметах;
- отсутствие резких теней, прямого и отраженного блеска;
- неизменный уровень освещенности в течение рабочего времени;
- оптимальное направление светового потока, излучаемого осветительными приборами;
- долговечность, экономичность, электробезопасность и пожаробезопасность, эстетичность, удобство в эксплуатации приборов освещения.

С помощью света осуществляется связь человека с окружающей средой.

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

Рациональное освещение рабочих мест обеспечивает безопасные и здоровые условия труда.

Освещение, соответствующее санитарным нормам, является главным условием гигиены труда и культуры производства. При хорошем освещении устраняется напряжение зрения, ускоряется темп работы. При недостаточном освещении глаза сильно напрягаются, темп работы снижается, утомляемость работников увеличивается, качество работы снижается. Недостаточное освещение рабочих мест отрицательно влияет на хрусталик глаза, что может привести к близорукости. Чрезмерно яркое освещение раздражает сетчатую оболочку глаза, вызывает ослеплённость. Глаза работников сильно устают, зрительное восприятие ухудшается, растёт производственный травматизм, производительность труда падает. При хорошо организованном, рациональном освещении, соответствующем санитарным нормам, эти недостатки устраняются.

Для рационального освещения необходимо выполнение следующих условий:

- постоянная освещенность рабочих поверхностей во времени (колебание напряжения в сети не должны превышать 4% и выходить за пределы установленных норм);
- достаточная и равномерно распределенная яркость освещаемых рабочих поверхностей;
- отсутствие резких контрастов между яркостью рабочей поверхности и окружающего пространства;
- отсутствие резких и глубоких теней на рабочих поверхностях и на полу в проходах, что достигается правильным расположением светильников, а также увеличением отражения света от потолка и стен помещения и освещаемых рабочих поверхностей.

На предприятиях связи для освещения производственного помещения применяется общее освещение с равномерным (симметричным) размещением ламп.

На автоматизированном рабочем месте оператора-связиста (оператор в диспетчерской) в общем случае используются:

- средства отображения информации индивидуального пользования (блоки отображения, устройства сигнализации и так далее);
- средства управления и ввода информации (пульт дисплея, клавиатура управления, отдельные органы управления и так далее);
- устройства связи и передачи информации (модемы, телеграфные и телефонные аппараты);
- устройства документирования и хранения информации (устройства печати, магнитной записи и так далее);
- вспомогательное оборудование (средства оргтехники, хранилища для носителей информации, устройства местного освещения).

На автоматизированном рабочем месте должна быть обеспечена информационная и конструктивная совместимость используемых технических средств, антропометрических и психофизиологических характеристик человека.

При организации рабочего места должны быть учтены не только факторы, отражающие опыт, уровень профессиональной подготовки, индивидуально-личностные свойства операторов-связистов, но и факторы, характеризующие соответствие форм, способов представления и ввода информации психофизиологическим возможностям человека.

При оптимизации процедур взаимодействия операторов-связистов с техническими средствами в условиях автоматизации эргономические факторы выступают в качестве основных, обуславливающих вероятностно-временные характеристики и напряженность работы. Эти факторы являются

чувствительными к вариациям индивидуально-личностных свойств оператора.

Рабочая мебель должна быть удобной для выполнения планируемых рабочих операций. Конструкция рабочей мебели: стола, стула имеет огромное значение для создания здоровых условий и высокопроизводительного труда. Рабочая мебель конструируется с учетом антропометрических данных человека, технических, эстетических и экономических факторов.

В комплекте рабочей мебели большое значение имеет конструкция производственного стула, так как от него зависит поза работника, а следовательно, и затрата энергии и степень его утомляемости. Рабочее сиденье должно иметь требуемые размеры, соответствующие антропометрическим данным человека, и быть подвижным. Наиболее удобны стулья и кресла с регулируемым наклоном спинки и высотой сиденья. Изменяя высоту сиденья от уровня пола и угол наклона спинки, можно найти положение, наиболее соответствующее трудовому процессу и индивидуальным особенностям работника.

Как правило, все поверхности письменных и рабочих столов должны быть на уровне локтя при рабочем положении человека. При выборе высоты стола необходимо учитывать, сидит человек во время работы или стоит.

Неудобная высота стола снижает эффективность работы и вызывает быстрое утомление. Отсутствие достаточного пространства для коленей и ступней вызывает постоянное раздражение работника. Минимальная рабочая высота стола должна быть не менее 725 мм. Как показывает практика, для рабочего среднего роста высота рабочего стола принимается 800 мм. Для работника другого роста можно изменить высоту рабочего стула или положение его подножки так, чтобы расстояние от предмета обработки до глаз рабочего по высоте было равным примерно 450 мм.

Размещение технических средств и кресла оператора в рабочей зоне должно обеспечивать удобный доступ к основным функциональным узлам и блокам аппаратуры для проведения технической диагностики, профилактического осмотра и ремонта; возможность быстро занимать и покидать рабочую зону; исключение случайного приведения в действие средств управления и ввода информации; удобную рабочую позу и позу отдыха. Кроме того, схема размещения должна удовлетворять требованиям целостности, компактности и технико-эстетической выразительности рабочей позы.

Дисплей должен размещаться на столе или подставке так, чтобы расстояние наблюдения информации на экране не превышало 700 мм (оптимальное расстояние 450 - 500 мм). Экран дисплея по высоте должен быть расположен так, чтобы угол между нормалью к центру экрана и горизонтальной линией взгляда составлял 20°. В горизонтальной плоскости угол наблюдения экрана не должен превышать 60°. Пульт дисплея должен быть размещен на столе или подставке так, чтобы высота клавиатуры пульта по отношению к полу составляла 650 - 720 мм. При размещении пульта на стандартном столе высотой 750 мм необходимо использовать кресло с регулируемой высотой сиденья (450 - 380 мм) и подставку для ног.

Документ (бланк) для ввода оператором данных рекомендуется располагать на расстоянии 450 - 500 мм от глаза оператора, преимущественно слева, при этом угол между экраном дисплея и документом в горизонтальной плоскости должен составлять 30-40 градусов. Угол наклона клавиатуры должен быть равен 15°.

Экран дисплея, документы и клавиатура пульта дисплея должны быть расположены так, чтобы перепад яркостей поверхностей, зависящий от их расположения относительно источника света, не превышал 1 : 10 (рекомендуемое значение 1 : 3). При номинальных значениях яркостей

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

изображения на экране 50 - 100 кд/м² освещенность документа должна составлять 300 - 500 лк.

Рабочее место следует оборудовать таким образом, чтобы движения работника были бы наиболее рациональные, наименее утомительные.

Устройства документирования и другие, нечасто используемые технические средства, рекомендуется располагать справа от оператора в зоне максимальной досягаемости, а средства связи слева, чтобы освободить правую руку для записей.

Пожар, возникший на предприятии связи, может привести к выходу из строя установок и аппаратуры связи и уничтожению материальных ценностей. Пожар часто угрожает жизни и здоровью людей. При возникновении пожара, кроме оказания первой медицинской помощи пострадавшим до прибытия вызванной машины “скорой помощи”, необходимо эвакуировать работающий персонал из опасной зоны. Эвакуационными путями считается, пути которые ведут к эвакуационному выходу и обеспечивают безопасное движение в течении определенного времени. Расчетное время эвакуаций людей из помещений и зданий устанавливаются по расчетному времени движения одного или нескольких людских потоков через эвакуационные выходы от наиболее удаленных мест размещения людей.

- Действия персонала при возникновении пожара:
- оповестить старшего инженера на станции;
- отключить главный рубильник;
- принять меры к тушению.

Если есть жертвы среди персонала, то необходимо оказать первую медицинскую помощь до того, как прибудет вызванная машина “скорой помощи”.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был разработан проект мультисервисной сети связи микрорайона «Садовый» г. Солнечногорска. Проектируемая мультисервисная сеть предоставляет абонентам следующие услуги связи:

- многоканальное кабельное телевидение;
- высокоскоростной доступ к сети Интернет;
- подключение к телефонной сети общего пользования;
- организация выделенных каналов передачи данных;
- сбор учетной и телеметрической информации;
- видеонаблюдение;
- другие услуги, которые могут потребоваться массовым абонентам.

Проект реализовывался с применением технологии FTТВ на базе Ethernet, что позволило эффективно использовать предоставляемую полосу пропускания канала и существенно снизить стоимость оборудования уровня доступа. В качестве основного производителя сетевого оборудования выбрана компания Extreme Networks.

Общая стоимость реализации проекта составила 7 790 626 руб. указанная стоимость также включает в себя затраты на монтаж и настройку оборудования, укладку и монтаж кабеля и пуско-наладочные работы. Так же учитывались затраты на содержание технического персонала для поддержки работоспособности сети. Согласно технико-экономическим показателям срок окупаемости сети составляет 4 года и 1 месяц. Срок окупаемости обусловлен высокой плотностью абонентов и адекватным выбором сетевой технологии, которая позволяет наращивать площадь покрытия сети без существенных затрат. В результате выполнения выпускной квалификационной работы, поставленные задачи были решены в полном объеме.

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Российская Федерация. Федеральный закон о связи [Текст]: №126-ФЗ принят Гос. Думой 18.06.2003 г, ред. от 07.05.2013 –М.: Эксмо, 2013. –46 с.
2. РД 45.120.-2000 Руководящий документ отрасли. Нормы технологического проектирования. Городские и сельские телефонные сети [Текст] / ЦНТИ, «ИНФОРМСВЯЗЬ», М. 2000 г
3. Шмалько, А.В. Цифровые сети связи: основы планирования и построения [Текст] / – М.: Эко-Трендз, 2001. – 278 с.
4. Гольдштейн, Б.С. Протоколы сети доступа [Текст] / Том 2. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 2002.
5. Величко В.В., Субботин Е.А., Телекоммуникационные системы и сети: Учеб. пособие. В 3 томах. Том 3. Мультисервисные сети [Текст] // В.В. Величко, Е.А. Субботин, В.В. Шувалов, А.Ф. Ярославцев; под ред. В.П. Шувалова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 592 с.
6. Денисьева О. М., Мирошников Д.Г. Средства связи для «последней мили» [Текст] // О. М. Денисьева, Д.Г. Мирошников – М.: ЭКО-ТРЕНДЗ-НТЦ НАТЕКС. 1999.
7. Гольдштейн Б.С., Пинчук А.В., Суховицкий А.Л. IP-телефония [Текст] // Б.С. Гольдштейн, А.В. Пинчук, А.Л. Суховицкий – М.: Радио и связь, 2001. – 226с.: ил.
8. Росляков, А.В., Самсонов, М.Ю. Сети следующего поколения NGN [Текст] // А.В. Росляков, М.Ю. Самсонов - М.: Эко-Трендз, 2008.- 449 с. 25.
9. Амато Вито. Основы организации сетей Cisco [Текст] / А. Вито том 2.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильяме», 2002. – 464 с: ил.
10. Ершов В.А., Кузнецов Н.А. Мультисервисные телекоммуникационные сети [Текст] // В.А. Ершов, Н.А. Кузнецов – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 432 с.: ил.

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

11. Л. Куни, Р. Рассел «Ethernet» [Текст] // Издательская группа BHV, 1998, 448 с.;

12. Описание продукции компании SATPRO [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании SATPRO / Режим доступа: <http://www.satpro.ru> (Дата обращения 23.04.2017);

13. Описание продукции компании «Интегра-Кабель» [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании «Интегра-Кабель» / Режим доступа: <http://www.intg.ru/> (Дата обращения 23.04.2017);

14. Описание продукции компании «Кросс-Комплект» [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании «Кросс-Комплект» / Режим доступа: <http://www.kkomplekt.ru/> (Дата обращения 25.04.2017);

15. Описание продукции компании «Оксиджен Солюшнс» [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании «Оксиджен Солюшнс» / Режим доступа: <http://www.1000volt.by/> (Дата обращения 25.04.2017);

16. Галкин В.А., Григорьев Ю.А. «Телекоммуникации и сети» [Текст] // В.А. Галкин, Ю.А. Григорьев: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003, 608 с.;

17. Бирюков Н.Л., Стеклов В.К. «Транспортные сети и системы электросвязи [Текст] // Н.Л. Бирюков, В.К. Стеклов Системы мультиплексирования»: 2003, 352 с.;

18. Правила по охране труда при работах на телефонных станциях и телеграфах [Текст] – ПОТ РО-45-007-96, Москва, 1996;

19. Принципы построения мультисервисных местных сетей электросвязи: Руководящий технический материал, версия 2.0. [Текст] / – 2005 г.

20. Описание продукции компании D-Link [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании D-Link / Режим доступа: www.d-link.ru (Дата обращения 23.04.2017);

21. Описание продукции компании Extreme Networks [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании Extreme Networks / Режим доступа: <http://extremenetwork.ru> (Дата обращения 26.04.2017);

22. Коммутаторы локальных сетей D-Link [Текст] // Учебное пособие. Издание первое. М.: 2004

23. М. Гук. Аппаратные средства локальных сетей. [Текст] // М. Гук. Энциклопедия – СПб.: Издательство «Питер». 2000. – 576 с.: ил.

24. Каталог продукции Связь Строй Деталь [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании ССД / Режим доступа: <http://www.ssd.ru/katalog-2016> (Дата обращения 15.04.17);

25. Стоимость монтажных работ [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании AllLines / Режим доступа: <http://www.all-lines.ru/montazh-vols-ceny> (Дата обращения 28.04.2017);

					<i>11070006.11.03.02.021.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

Дипломный проект выполнен мной совершенно самостоятельно. Все использованные в работе материалы и концепции из опубликованной научной литературы и других источников имеют ссылки на них.

«__» _____ г.

(подпись)

(Ф.И.О.)