

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

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ
СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ
МИКРОРАЙОНА «БОССЕ» Г. ДОНЕЦК**

Выпускная квалификационная работа
обучающегося по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные
технологии и системы связи
очной формы обучения, группы 07001410
Попатенко Руслана Сергеевича

Научный руководитель
Старший преподаватель кафедры
Информационно-
телекоммуникационных
систем и технологий
НИУ «БелГУ» Лихолоб П.Г.

Рецензент
Ведущий инженер участка
коммутации №1 Белгородского
филиала ПАО Ростелеком
Уманец С.В.

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

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

Утверждаю
Зав. кафедрой

« ____ » _____ 201_ г.

ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

Попатенко Руслана Сергеевича
(фамилия, имя, отчество)

1. Тема ВКР «Проектирование мультисервисной сети связи микрорайона «Боссе» г. Донецк»

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

2. Срок сдачи студентом законченной работы ____ . _____

3. Исходные данные:

объект проектирования – микрорайон «Боссе» г. Донецк, Донецкая Народная Республика
тип сети связи – проводная мультисервисная сеть связи;
количество абонентов – 2700

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

- 4.1. Экспликация объекта проектирования
- 4.2. Анализ вариантов построения сети связи
- 4.3. Проектирование мультисервисной сети связи
- 4.4. Расчёт параметров трафика проектируемой мультисервисной сети связи
- 4.5. Технико-экономическое обоснование проекта

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

- 5.1. Состав жилого фона микрорайона «Боссе» (А1, лист 1);
- 5.2. Схема существующей телефонно-кабельной канализации для микрорайона «Боссе» (А1, лист 1);
- 5.3. Проектируемая схема организации линейно-кабельных сооружений магистральной структурированной кабельной системы для микрорайона «Боссе» (А1, лист 1);
- 5.4. Проектируемая схема организации мультисервисной сети связи для микрорайона «Боссе» (А1, лист 1);
- 5.5. Технико-экономические показатели проекта (А1, лист 1);

6. Консультанты по работе с указанием относящихся к ним разделов

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

7. Дата выдачи задания _____

Руководитель

*Старший преподаватель
кафедры Информационно-телекоммуникационных
систем и технологий», доцент
НИУ «БелГУ»*

П.Г. Лихолоб

(подпись)

Задание принял к исполнению _____
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБЪЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ	5
2 АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ПОСТРОЕНИЯ СЕТИ СВЯЗИ	11
2.1 Анализ подходов к построению мультисервисной сети доступа	11
2.2 Анализ вариантов развертывания оптической сети	21
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕТИ АБОНЕНТСКОГО ДОСТУПА В МИКРОРАЙОНЕ «БОССЕ»	27
3.1 Реализации технологии технологии VDSL2 на базе оптической распределительной сети FTTC	27
3.2 Проектирование схемы линейно-кабельных сооружений	34
3.3 Выбор оборудования	37
3.4 Построение схемы организации связи	39
3.5 Охрана труда, техника безопасности и экологическая безопасность проекта	43
4 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТРАФИКА ПРОЕКТИРУЕМОЙ СЕТИ	45
4.1 Оценка необходимой полосы пропускания для услуг	45
4.2 Трафик IP-телефонии	47
4.3 Трафик IP TVHD	48
4.4 Трафик передачи данных	51
4.5 Оценка требуемой полосы пропускания	53
5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЯТЫХ РЕШЕНИЙ	54
5.1 Расчет эксплуатационных расходов	56
5.2 Расчёт предполагаемой прибыли	59
5.3 Определение оценочных показателей проекта	61
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	65
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	66

					<i>11070006.11.03.02.725.ПЗВКР</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разработал	Попатенко Р.С.				Проектирование мультисервисной сети связи микрорайона «Боссе» г. Донецк	Лит.	Лист	Листов
Проверил	Лихолоб П.Г.						2	68
Рецензент	Уманец С.В.					<i>НИУ «БелГУ» гр. 07001410</i>		
Н. Контроль	Лихолоб П.Г.							
Утвердил	Жиляков Е.Г.							

ВВЕДЕНИЕ

Развитие информационных технологий в последние годы привело к росту спроса и расширению спектра на телекоммуникационные услуги. Увеличивается количество компаний и фирм, которые предоставляют доступ на так называемой “последней миле” – предоставление канала соединяющего оборудование доступа абонентов и оборудование провайдера. Технологии последней мили для жилого сектора, как правило, реализуются с помощью следующих технологий доступа: DOCSIS, FTTx, xDSL, Wi-Fi, WiMAX, PLC.

Повышение спроса на такие телекоммуникационные услуги как то: высокоскоростной доступ в Интернет, цифровое телевидение, видео по запросу и цифровая телефония заставляет операторов связи переходить на мультисервисную структуру сети.

Мультисервисная структура сети связи позволяет передавать разнородный (аудио, видео, данные) трафик в рамках одной коммуникационной инфраструктуры. Таким образом, получает развитие концепция так называемых «Сетей следующего поколения». Краеугольным камнем данной концепции является разделение сервисной и транспортных функций сети, что позволяет передавать трафик любого типа с максимальной эффективностью, тем абонентам, которые в нем нуждаются и в тот момент времени, когда они в нем нуждаются.

С целью удовлетворения спроса на телекоммуникационные услуги и получения прибыли за оказанные услуги связи необходимо реализовывать проекты сетей связи, которые позволили бы оператору создавать конкурентоспособную и окупаемую инфраструктуру.

В настоящее время в микрорайоне «Боссе» наблюдается достаточно высокий спрос на инфокоммуникационные услуги, которые не может быть удовлетворен, на данный момент, в виду отсутствия соответствующей сетевой инфраструктуры.

					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

Актуальность данной выпускной квалификационной работы обусловлена необходимостью использования современных сетевых технологий для построения мультисервисной сети, которая бы позволила удовлетворить спрос инфокоммуникационного характера жителей микрорайона «Боссе» г. Донецк Донецкой Народной Республики. Реализация проекта мультисервисной сети, в свою очередь, позволит получить оператору доход за счет предоставления широкого спектра услуг на базе современной эффективной сетевой инфраструктуры.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка проекта мультисервисной сети связи, которая будет способна удовлетворять спрос на услуги связи (доступ в сеть Интернет, IP телефония, IP телевидение и другие) в микрорайоне «Боссе» г. Донецк. Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- Проанализировать существующую инфраструктуру микрорайона «Боссе» города Донецк, провести экспликацию и разработать комплекс требований к построению высокоскоростной сети абонентского доступа;
- Осуществить выбор технологии реализации сети доступа: выбор производителя телекоммуникационного оборудования, типов используемого оборудования и среды распространения сигнала;
- Проработать проект структурированной кабельной системы и план линейно-кабельных сооружений для микрорайона «Боссе»;
- Рассчитать планируемую нагрузку на оборудование и каналы связи на уровне доступа;
- Составить смету на необходимое оборудование и кабели связи;
- Выработать рекомендации по внедрению проекта мультисервисной сети.

Практическая значимость работы заключается в разработке конкретных предложений по созданию мультисервисной сети высокоскоростного абонентского доступа.

					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

1 ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБЪЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Донецк (Юзовка в 1869—1924, Сталин в 1924—1929, Сталино в 1929—1961) — город на реке Кальмиус, с 2014 года столица Донецкой Народной Республики. [1]

Географические координаты Донецка — 48° северной широты и 37° 48' восточной долготы. Часовой пояс — UTC+2 (UTC+3 летом). По северным и западным предместьям города проходит линия разграничения сил в Донбассе

Общая площадь Донецка — 385 км². Протяженность города с севера на юг — 38 км. Протяженность с востока на запад — 55 км. Вместе с близлежащими городами Донецк входит в состав Донецкой агломерации — крупнейшего индустриального узла ДНР. Агломерация с населением в 1720 тыс. чел. представляет собой зону неразрывной застройки — граница между Донецком и Макеевкой проходит по улице. Город находится в центральной части Донбасса к югу от Донецкого кряжа. Донецк расположен в степной зоне, в верховьях реки Кальмиус и окружён небольшими лесами, холмами, реками и озёрами.

Среднегодовая температура составляет +9 °С. В начале XXI века отмечалось несколько необычно тёплых лет, среднегодовая температура составила: в 2007 году — +10,3 °С, в 2008 году — +9,3 °С, в 2009 году — +9,8 °С, в 2010 году — +10,4 °С

Климат в Донецке — умеренно-континентальный. Среднемесячная температура воздуха в январе 4 °С, в июле +21,6 °С. Абсолютный минимум температуры воздуха 32,2 °С зафиксирован 11 января 1950 года, абсолютный максимум наблюдался 10 августа 2010 года и составил +39,1 °С[33]. Зимой господствуют северо-восточные и восточные ветры, летом — северо-западные и западные ветры. Осадков выпадает в среднем 492 мм в год. Характерно жаркое и засушливое лето и переменчивая, иногда холодная зима.

					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

На рисунке 1.1, представлена расположение микрорайона «Боссе» на схеме города Донецк, для жителей которого будет выполняться построение мультисервисной сети.

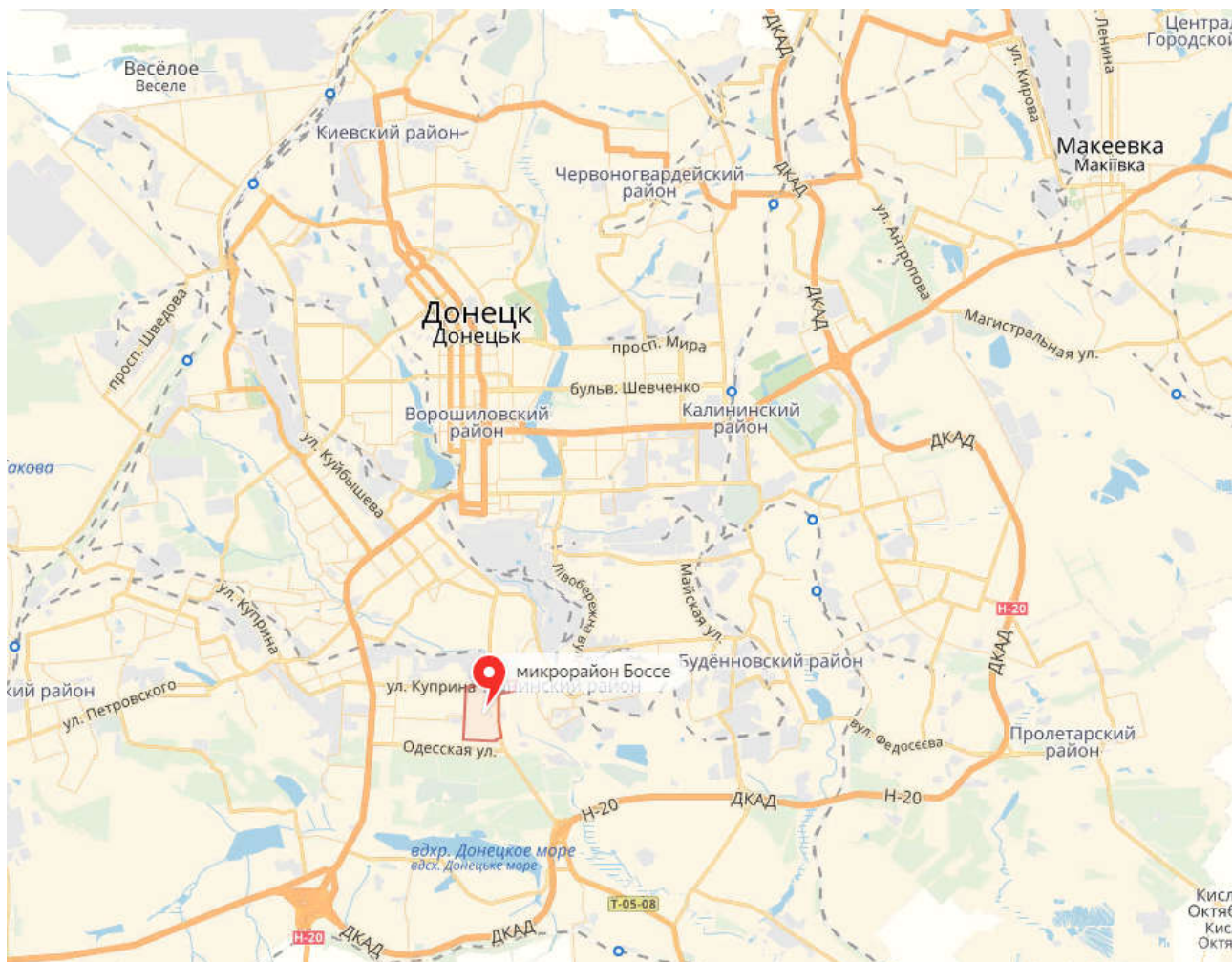


Рисунок 1.1 – Расположение микрорайона Боссе в г. Донецк

В данной выпускной квалификационной работе рассматривается микрорайон «Боссе», данный микрорайон является микрорайоном малоэтажной (1-5 этажа) застройки. В домах обновлена внутридомовая проводка, в том числе в многоэтажных домах старая телефонная проводка заменена на кабель третьей категории (UTP Cat. 3), что позволяет снизить расходы на внедрение элементов структурированной кабельной системы. Микрорайоне расположен в южной части города Донецк. Количество активных абонентов, планируемых оператором для обслуживания проектируемой мультисервисной сетью

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	6

абонентского доступа составляет 2700 штук, из них 300 портов предусмотрено для предоставления услуг Юридическим лицам.

На данной момент в микрорайоне существует возможность подключения к провайдерам доступа работающим с помощью технологии DOCSIS.

Мобильная связь в жилом секторе представлена стандартом GSM-900/1800 и передача данных возможна по технологии GPRS/EDGE и 3G, т.к. микрорайон находится в зоне радиопокрытия мобильных операторов: Феникс, и др.

В виду относительной узкополостности радиоканалов и не соответствия их параметров (время отклика, джиттер и др.) требованиям для обеспечения высококачественного и своевременного предоставления услуг, они не могут в полной мере удовлетворить требованиям абонентов, которые проживают в данном микрорайоне. Поэтому целесообразно предложить проект мультисервисной сети высокоскоростного абонентского доступа в жилом секторе микрорайона «Боссе» г. Донецк.

Операторы проводного доступа достаточно широко представлены на рынке г. Донецк: 1) Углетелеком [2], 2) Home.net, 3) Дон Апекс, 4) Донбасские электронные коммуникации, 5) ИВК-Донбасс, 6) Феникс, 7) iks.net, 8) ТРК Надежда, 9) Комтел и некоторые другие. Средняя стоимость месячной абонентской платы за телекоммуникационные услуги в Донецке составляет 300 рублей.

Среди услуг, которые являются востребованными в данном микрорайоне: высокоскоростной доступ в Интернет, цифровая телефония, видео по запросу, цифровое телевидение. Средний уровень проникновения услуг оценивается в 85 % (доступ в сеть Интернет), 80 % (IP телевидение) и 75 % (IP телефония) Таким образом, необходимо организовать сетевую инфраструктуру, которая должна отвечать запросам абонентов данного микрорайона и позволит оператору предоставить конкурентоспособные и окупаемые услуги.

					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Оператор связи на базе которого планируется реализовать проект мультисервисной сети связи для микрорайона «Боссе» - ГПС «Углетелеком».

Предприятие занимает прочную позицию на телекоммуникационном рынке Донецкой Народной Республики одновременно объединяющее своими сетями многие производственные предприятия угольной промышленности Донбасса. [2]

Предприятие использует в своей работе современное технологическое оборудование, собственные и ведомственные линии связи.

ГПС «Углетелеком» имеет возможность предоставлять диспетчерскую и аварийную связи, прием и рассылку телеграмм по электронной почте и по факсимильной связи, каналы связи при авариях на шахтах, каналы связи для спецслужб, ручные каналы коммутации, МЧС, штаб ликвидации последствий аварии и каналы ВГСЧ, телефонов прямых абонентов, а также обеспечивать широкий спектр мультисервисных услуг связи: высокоскоростной доступ в сеть Интернет, IP телевидение и IP телефонию. На данный момент ГПС «Углетелеком» для микрорайона «Боссе» в г. Донецк предоставляет следующие услуги: стационарная аналоговая телефония и факсимильная связь. [2]

Следует отметить, что ГПС «Углетелеком» имеет во владении каналы в телефонно-кабельной канализации г. Донецка, в том числе, в микрорайоне «Боссе», которые являются пригодными для прокладки оптического кабеля. Кабельная канализация представляет собой заглубленные каналы, которые находятся на глубине 100 см. Под автомобильными дорогами элементы находятся на средней глубине 150 см.

Каналы-трубы имеют уклон в 4 мм на каждый метр, это позволяет обеспечить естественный сток воды, которая может попадать в каналы. Каждые 25-75 м располагаются смотровые колодцы. Внутри больших коллекторов и подвалов зданий не проводится укладка кабеля в трубах, так как провода здесь протягиваются по консолям. Схема существующей телефонно-кабельной канализации микрорайона представлена на рисунке 1.2.

					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

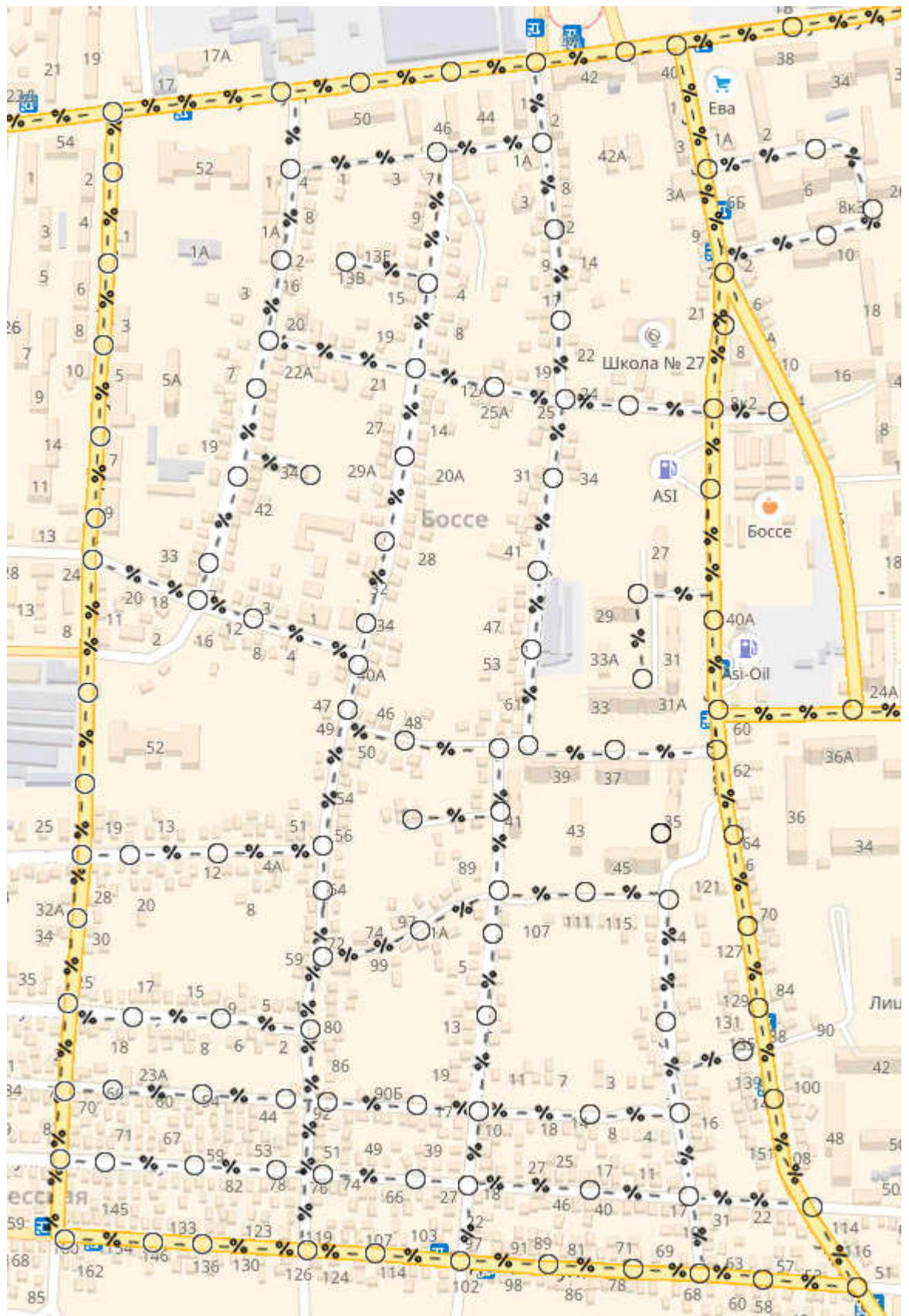


Рисунок 1.2 – Схема телефонно-кабельной канализации микрорайона «Боссе» города Донецк

Стратегическими направлениями развития компании ГПС «Углетелеком» совершенствование и продвижение услуг на базе мультисервисных сетей связи, формирование пакетов услуг и тарифов, дифференцированных для различных категорий пользователей, развитие транспортных сетей связи. Планируется введение мультисервисных услуг в другие районы Донецка и Макеевки, не охваченные оператором.

Вывод к главе:

В данной главе была проведена экспликация объекта, для которого выполняется проектирование мультисервисной сети абонентского доступа, даны вводные параметры для реализации проекта: количество абонентских портов и уровень проникновения услуг. Следует отметить следующие важные аспекты выполнения проекта:

- 1) Наличие на объекте проектирования внутридомовой разводки медным кабелем третьей категории (UTP Cat.3);
- 2) Существование на объекте проектирования телефонно-кабельной канализации, пригодной для прокладки оптического кабеля;
- 3) Возможность размещения на объекте проектирования распределительных шкафов, пригодных для размещения телекоммуникационного оборудования.

Основываясь на проведенной экспликации объекта, будут рассмотрены приемлемые варианты проектирования сети связи с целью предоставления заявленного спектра услуг.

						Лист
					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ПОСТРОЕНИЯ СЕТИ СВЯЗИ

2.1 Анализ подходов к построению мультисервисной сети доступа

Для реализации современной сети абонентского доступа, предоставляющей широкий спектр мультимедийных услуг целесообразно использовать стандарты, поддерживающие передачу разнородного типа трафика в рамках одной сетевой инфраструктуры. Необходимо также учитывать более низкие операционные расходы на поддержание сетей такого типа. Такой подход реализован в стандарте IP Multimedia Subsystem, работающем на базе протокола IP [3,4].

IMS – это стандарт, предъявляющий жесткие требования к функциям, структуре сети и сигнальным протоколам, следовательно, все решения IMS от разных производителей должны быть однообразными. Однако при ближайшем рассмотрении стали заметны различия, которые и нашли отражение в настоящем анализе. Одним из наиболее характерных аспектов является то, как производитель телекоммуникационного оборудования накладывает абстрактную функциональную архитектуру IMS на физическое оборудование: 1) IMS- решение с нуля, 2) эволюция в Софтсвитч. [5]

Кроме того, производители телекоммуникационного оборудования зачастую ориентируются на операторов мобильной или фиксированной связи. Не стоит забывать и о том, что стандарты IMS существуют в нескольких вариантах, подготовленных 3GPP, 3GPP2 или ETSI TISPAN. Стандарт IMS и сопутствующие ему стандарты прочих подсистем NGN- архитектур (NASS, RACS, PES) рисуют общую «карту» функций сети, при этом любой производитель может ограничить свою разработку любым ее участком. Отсюда возникает сложность – что отнести к IMS- решениям, а что к разработке отдельных компонент для IMS- решений [6].

					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Сеть на базе IMS является полноценной NGN- инфраструктурой, потому воспользоваться всеми преимуществами можно лишь путем полной модернизации сети. Скорее всего, именно из - за этого концепция IMS до сих пор не имеет широкой реализации. [7,8]

Далее кратко опишем основные решения от производителей телекоммуникационного оборудования на рынке IMS сетей.

Решение компании Alcatel - Lucent (Франция).

Сейчас компания предлагает полноценную IMS- систему End-to-End IMS solution (E2E IMS). На базе E 2 E IMS Alcatel- Lucent реализует несколько готовых прикладных решений. В ее составе 5350 IMS Application Сервер, являющийся основной функцией AS и обеспечивающий минимальный набор телекоммуникационных приложений, и Intelligent Services Gateway, обеспечивающий интерфейс между интеллектуальными приложениями и прочими серверами IMS, а также поддерживающий интерфейсы SMPP, MM7, WAP, Parlay и ParlayX.

Сервер Unified Subscriber Data Сервер осуществляет управление данными пользователей в разнородных сетях и включает функциональность HLR, HSS и AAA. Еще один сервер – 1430 IP Multimedia-Home Subscriber Server (IM-HSS) - отдельный сервер HSS, а Session Manager (SM) – центральный узел решения IMS, на который возложены все сервисные функции S-CSCF, P-CSCF, I-CSCF и BGCF. Решение от Alcatel-Lucent использует обширный опыт обеих компаний , что позволило получить систему, далеко превышающую базовые требования IMS. [8]

Решение компании BroadSoft (США).

Решение американской компании называется BroadWorks IMS и состоит из Application Server Complex и Media Resource Function. Комплекс серверов приложений выполняет функции AS, а Media Resource Function дополняет решение функциями обработки пользовательского трафика в соответствии с потребностями предоставляемых услуг. Решение от BroadSoft не полностью

					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

соответствует полноценной реализации всего ядра IMS и занимает нишу сервисной платформы. [8]

Решение компании Celtius (Финляндия).

Финская компания предлагает решение Celtius IMS Solution, обеспечивающее поддержку ряда современных услуг, количество которых может быть увеличено добавлением новых серверов приложений через стандартный интерфейс ISC (IMS Service Control). Архитектура Celtius IMS Solution соответствует спецификациям 3GPP и включает в себя SIP Proxies (P-, I-, S-CSCF) и HSS. Для формирования полнофункционального решения необходимо использовать IMS-компоненты сторонних производителей. Celtius IMS выпускается в двух вариантах: Celtius IMS Carrier edition и Celtius IMS Enterprise edition. Первый предназначен для крупных операторов, второй - для корпоративного сектора. [8]

Решение компании Cisco (США).

Решение IMS от Cisco требует привлечения сторонних производителей, в частности, для реализации функций ядра IMS. Свою роль в IMS Cisco видит в реализации взаимодействия домена IMS с сетями ССoП, а узлы решения являются компонентами Софтсвитч-решения, доработанного до соответствия аналогичным функциям в IMS. Cisco PGW 2200 / BTS 10200 Софтсвитч выполняют функцию MGCF, используя сигнализацию SS7 и набор протоколов H.323, MGCP, SIP.

Функции IMS-MGPF реализует медиа-шлюзом MGX 8880 Media Gateway (который поддерживает широкий спектр сетевых технологий и протоколов сигнализации, выходящих за рамки требований IMS), а функции SGF – Cisco IP Transfer Point и ASR 1000 Series Session Border Controller. Функции PDF и подсистемы RACS выполняет Cisco Broadband Policy Manager. Не так давно Cisco совместно с Lucent, Nortel, Motorola и Qualcomm разработала пакет дополнений к IMS, получивший название Advances to IP Multimedia Subsystem (A-IMS), идеологией которого является использование

					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

не IMS ориентированных услуг там, где это возможно , или их сохранение, если они уже реализованы у оператора . Вероятно , с этим связано отсутствие в оборудовании Cisco полноценного ядра IMS. Любопытно, что оно все же было создано , но проект был завершен в середине 2007 г. одновременно с окончанием продаж Cisco Call Session Control Platform. [8]

Решение компании Ericsson (Швеция).

Ericsson Решение Ericsson носит название IMS Common System. Компания акцентирует внимание на наличии встроенной системы управления узлами и подсетями , имеющей необходимые средства интеграции с вышестоящими системами OSS/BSS. Архитектура решения отвечает требованиям всех организаций – разработчиков IMS – 3GPP, 3GPP2 и TISPAN. Недавно были завершены сертификационные испытания IMS Common System для сетей GSM 900/1800. Это важный шаг компании , приближающий этап практического внедрения подсистем IMS. Основу решения составляют так называемые Core nodes, обеспечивающие базовую функциональность IMS. Interworking nodes отвечают за взаимодействие IMS с окружающими телекоммуникационными системами . Support nodes выполняют функции технической эксплуатации, управления и начисления платы. Genband Американская компания Genband занимает на рынке IMS нишу управления медиа - шлюзами и реализует все связанные с этим функции в соответствии со стандартами 3GPP и TISPAN. Функции A-MGF и AGCF, позволяющие предоставлять услуги IMS через терминалы CCoP , в архитектуре Genband совмещены в шлюзах G2 Compact MG и G6 Universal MG. Функции MGCF и SGW объединены в узле C3 Signaling Controller, отвечающем за управление MGPF, BGF, MFRP. [7,8]

Решение компаний Tekelec и Hewlett Packard (США).

Компании Tekelec и Hewlett Packard предлагают вариант IMS- решения под названием HP- TekelecOpen IMS Solution. Это решение полностью соответствует стандартам 3GPP, ETSI TISPAN, 3GPP2 и CableLabs.

					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Ядро решения (Core) включает функциональность управления сессиями , управления профилями и обработку медиа - данных . Session Control возложен на Tekelec TekCore Session Manager x-CSCF и EAGLE 5 ISS. Profile Management реализуется при помощи HP OpenCall HSS, HP OpenCall HLR и подсистемы IMS Data Management. Обработку медиа - потоков обеспечивают Media Resource Control and Processing functions платформы HP OpenCall Media Platform. Следует обратить внимание на Service Enablers – « кирпичики » для построения коммерческих услуг, а также XDMS и Billing mediation, реализуемые HP, в то время как ENUM, VCC, Messaging, Presence реализуется оборудованием Tekelec. Учитывая лидирующие позиции HP на рынке систем OSS, можно не сомневаться , что решение легко может быть интегрировано в крупные OSS- решения , поддерживающие стандарты NGOSS. Несмотря на это, Tekelec предлагает также отдельные компоненты IMS, которые могут быть использованы вне совместного решения с HP. [7,8]

Решение компании Huawei (Китай).

Huawei Technologies работы над IMS ведутся с 2001 г., и сегодня это полнофункциональная система, отвечающая стандартам 3GPP, 3GPP2, ETSI и ITU-T. Функцию CSCF выполняет CSC3300. Сервер HSS9820 объединяет функции HSS и SLF. В качестве сервера приложений , поддерживающего телефонные услуги и услуги IP Centrex, используется ATS9900. Устройство управления ресурсами RM9000 отвечает требованиям стандартов для функций PDF/PCRF/SPDF/ A-RACF. Функции NACF и CLF из подсистемы NASS реализует AIM6300. Функции MRFC и MRFP выполняются узлами MRC6600 и MRP6600 соответственно. [7,8]

Решение компании Italtel (Италия).

Создавая свое решение, в Italtel не стали придумывать новые названия для хорошо известных функций IMS. Поэтому в составе решения фигурируют такие модули, как CSCF, в круг задач которого входят функции S-, I-, P -CSCF, и BGCF. В оборудовании Italtel ярко выражена прослеживаемая во многих

					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

решениях тенденция к объединению схожих функций. Так , MRF выполняет задачи MRFP и MRFC, UDB – задачи HSS, SLF и AAA. В свое решение IMS Italtel включила другую NGN- разработку – Софтсвитч, играющий в новом решении роль MGCF и SGW, а также эмулирующий IM-SSF. Дополняют решение функции MGW-MGPF; SBC, который может устанавливаться в сети доступа или на границе сетей , а также серверы приложений.

Решение Italtel IMS содержит функции начисления платы, предбиллинга и OSS- компоненты низкого уровня, которые облегчают интеграцию системы управления решением в глобальную инфраструктуру автоматизированной технической эксплуатации. MetaSwitch/Data connection MetaSwitch является одним из подразделений Data Connection, и на рынке IMS представлен решением MetaSwitch META. Оно состоит из элементов MetaSwitch Софтсвитч и сервисной платформы MataSphere SDP (CA9020 PSTN Feature Сервер, UC9000 Unified Communications System). Уровень управления вызовом включает CA 9020 Call Agent, совмещающий в себе несколько функциональных элементов IMS (S-CSCF, MGCF, MRFC); реализованную отдельным модулем базу HSS; Edge Signaling Proxy, выполняющий функциональность BGCF, PDF, а также P-CSCF и I-CSCF. Использование Софтсвитч приводит к централизации управляющих функций, а на транспортном уровне в медиа - шлюзах MG2510/3510 объединяются функции MGPF и MRFP. Помимо этого на нижнем уровне решения присутствуют шлюз сигнализации SG2510/3510 и граничный прокси Edge Media Proxy. [8]

Решение компании Motorola (США).

Компания Motorola представляет на рынке решение IMS, построенное на базе платформы Софтсвитч и полностью соответствующее стандартам 3GPP, 3GPP2 и OMA. Ключевым элементом архитектуры Motorola IMS является Motorola IMS Control Сервер. Это модульная сервисная платформа, на базе которой реализуется функциональность CSCF, HSS и частично сервера обработки медиа - потоков и медиа - шлюза. Послуживший основой решения

Motorola Софтсвитч выполняет функции MGPF и MGCF, а также HLR. Motorola предлагает несколько решений на базе своей IMS- архитектуры, рассчитанных преимущественно на операторов мобильной связи. [7,8]

Решение компании NEC (Япония).

Решение NEC отвечает стандартам 3GPP и подразделяется на четыре функциональные области: управление SIP- сессией, SIP- приложения, взаимодействие со сторонними сетями, функции технической эксплуатации сети. На уровне управления SIP- сессией используется MX5840-CS, построенный на базе платформы Advanced Telecom Computing Architecture (заявлена поддержка как стандартного для IMS IPv6, так и IPv4) и MX5640-HS (HSS). Функциональность платформы может быть расширена модулями HLR и MNP. Фирменная система управления выполняет администрирование всей системы IMS и обеспечивает взаимодействие с NMS/ OSS при помощи протоколов CORBA, SNMP, FTP и т.д. [7,8]

Решение компании Nokia (Финляндия) и компании Siemens (ФРГ).

Nokia Siemens Networks Решение вобрало в себя идеи финской Nokia и немецкого Siemens. В своих публикациях, посвященных решению IMS, компания описала только потребительские характеристики решения. Разумно предположить, что компонентами системы IMS от Nokia Siemens Networks могут быть компоненты решений IMS, ранее существовавших у обеих компаний. На его базе возможна реализация всех базовых услуг IMS, и оно полностью соответствовало рекомендациям 3GPP. Ядром решения Nokia являлись два сервера – Nokia Connection Processing Сервер (CPS) и Nokia IP Multimedia Register (IMR), реализующие базовую функциональность IMS вместе с фирменными серверами приложений. [8,9]

Решение компании Nortel (Канада).

На рынке Nortel представляет несколько решений на базе своей системы IMS, ориентированных на разные телекоммуникационные сети: GSM/UMTS, CDMA, проводные, волоконно - оптические. Сервер приложений Nortel

						Лист
					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Application Сервер 5200 выполняет функции управления различными услугами: телефонии , видеотелефонии, персональной мобильности и др. Совместно с Nortel 5200 может работать Nortel Application Сервер 2000, реализующий широкий спектр мультимедийных услуг. В Nortel стараются реализовывать все ключевые функции IMS отдельно, поскольку только в этом случае будет обеспечена истинная модульность решения, делающая его гибким и эффективным . Основные компоненты решения реализуются на Versatile Service Engine, являющимся платформой второго поколения ATCA. [7,8]

Решение компании Samsung (Южная Корея).

Samsung IMS- решение компании Samsung соответствует стандартам 3GPP и 3GPP2. IMS Сервер, выполняет функции S-/I-/ P-CSCF, BGCF, SBC-SP и реализует интерфейс к серверам приложений, а также выполняет ряд функций, связанных с поддержкой сетевых политик, начислением платы за услуги и обеспечением безопасности . IMS MGC выполняет функции MGCF и может выступать как узел Софтсвитч четвертого класса. Физически устройства IMS MGC и IMS Сервер реализуются на одной платформе.

Отдельно Samsung предлагает интегрированное решение I-IMS, предназначенное для корпоративного сектора. Sonus Решение называется Sonus IMS Architecture и соответствует стандартам 3GPP. В состав уровня приложений входят ASX Feature Сервер (логика управления услугами) и IMX Multimedia Application Platform (web- ориентированная среда разработки мультимедийных услуг). Возможность добавления в решение дополнительных серверов приложений подкреплена проектом [7,8]

Решение компании Sonus Open Services Partner Alliance (OSPA) (США).

Устройства, входящие в состав уровня управления сессиями связи , являются ядром IMS- сети . HSX Home Subscriber Сервер – стандартная функция HSS. SRX Serving Call Session Control Function реализует функцию S-CSCF и работает как SIP- регистратор для всех пользователей IMS. В состав уровня взаимодействия и управления медиа - потоками входят GSX9000 и

					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

GSX4000 Open Services Switch, выступающие как MGPF и SGW. Network Border Switch (NBS) построен на той же аппаратной базе – Sonus GSX9000 и сочетает функции SBC и медиа - шлюза . Функции MRFP и MRFC в архитектуре Sonus IMS выполняют платформы сторонних производителей OSPA. Управление комплексом осуществляет Sonus Insight Management System.

Решение компании Veraz Networks (США).

Позиционируя свое IMS- решение, Veraz Networks использовали определение, согласно которому это решение «не является IMS в теории, но является IMS на практике». В основе решения лежит то же оборудование, что и в основе Софтсвитч- решения . Модульная архитектура ControlSwitch была доведена до соответствия требованиям последнего Release 7 от 3GPP.

Таким образом, было получено IMS- решение, с одной стороны, удовлетворяющее стандартам , с другой – основанное на проверенной рабочей архитектуре , которая позволяет оператору развивать свою сеть эволюционно – от TDM- инфраструктуры к конвергентным решениям и затем к АПТР - инфраструктуре. При этом на каждом этапе сохраняются все привычные сервисы , дополняясь возможностями IMS. [7,8]

Решение компании ZTE (Китай).

Разработка китайской компании ZTE в области IMS под названием ZIMS ориентирована на FMC и соответствует стандартам 3GPP/3GPP2/TISPAN/ITU-T/OMA. Также ZTE предлагает вариант развития собственного Софтсвитч- решения в решение IMS для операторов мобильной и проводной связи . ZTE подчеркивает доминирующее значение платформы Service Delivery & Management Platform (SDMP), состоящей из Service Execution Platform (SEP) и работающей в качестве сервера приложений, а также платформы управления услугами Integrated Service Management Platform (ISMP). [11]

Решение компании Iskratel (Словения).

Сегодня существует тенденция получения прибыли от услуг следующего поколения (высокодоходные услуги с повышенной оплатой), которые

					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

предполагают способность IMS интегрировать услуги передачи голоса, данных и контента. Гибкая платформа IMS позволяет операторам создавать свои собственные сервисы и комбинированные приложения по заказу клиентов. Конечные пользователи мира IMS, пользующиеся услугами с повышенной оплатой, увеличивают ARPU по минутам и мегабайтам использования. Для операторов, которые стремятся к IMS- сетям, стандартизированным полностью на базе IP, экономия от сокращения эксплуатационных расходов и капитальных затрат выражается в разнообразных формах.

Продукт SI3000 IMS, реализованный на аппаратной платформе MEA или ATCA с операционной системой Linux и базой данных Solid, - это основной элемент решения IMS/VoLTE от компании Iskratel, который обеспечивает функции управления сеансами (*P-CSCF, I-CSCF, S-CSCF и E-CSCF*), управления шлюзами (*AGCF, M-AGCF, BGCF и MGCF*) и контроллера функции медиа-ресурсов (*MRFC*) на физическом элементе – так называемый *IMS compact core & edge*. [5]

Плоскость передачи информации (*IMS-MGW*) поддерживается продуктом SI3000 SMG, а уровень обслуживания (*IM-SSF, AS*) сетевой архитектуры IMS поддерживается сервером приложений SI3000 AS, что позволяет легко расширять активизаторы и приложения, составляющие факторы развития и экосистему создания услуг. Этот продукт имеет интерфейсы (API) к традиционной сетевой среде для доступа к существующим услугам и для эффективного использования новых приложений и сервисов Web 2.0. Все функции реализованы в соответствии с самыми последними стандартами (3GPP, TISPAN) и регуляторными требованиями (ETSI LI, COPM). Модульная структура SI3000 IMS дает операторам большую гибкость в построении сетей IMS и обеспечивает возможность использования всех реализованных функций или их части в сочетании с другими сетевыми объектами. [5]

					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.2 Требования к мультисервисной сети связи

Для обеспечения максимальной доступности, гибкости, безопасности и удобства эксплуатации сети абонентского доступа в процессе её создания необходимо следовать чётким принципам проектирования. Мультисервисная сеть доступа должна соответствовать текущим и возможным будущим требованиям к работе сервисов и технологий. Необходимо руководствоваться следующими принципами [15]:

Иерархичность — упрощает понимание роли каждого устройства на каждом уровне, обеспечивает поддержку в процессе развёртывания, эксплуатации и управления, а также снижает количество неполадок на каждом уровне.

Модульность — способствует безупречному расширению сети и внедрению интегрированных сервисов по мере необходимости.

Отказоустойчивость — обеспечивает бесперебойную работу сети в соответствии с ожиданиями пользователей.

Гибкость — обеспечивает рациональное распределение нагрузки трафика за счёт использования всех сетевых ресурсов.

Перечисленные принципы зависят друг от друга. Именно поэтому крайне важно понимать природу и способы их взаимодействия в рамках коммутируемой сети. Иерархическое проектирование сети абонентского доступа создаёт основу, которая позволяет сетевым разработчикам объединять функции безопасности, мобильности и унифицированной коммуникации. Введение принципа модульности в иерархическую архитектуру сети даёт дополнительную гарантию — локальные сети модульных конструкций демонстрируют большую надёжность и гибкость в отношении обеспечения важнейших сетевых сервисов. Модульность также способствует расширению сети и внесению изменений, происходящих с течением времени.

						Лист
					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.3 Анализ вариантов развертывания оптической сети

Сегодня операторы сетей находятся в незавидном положении. Конечные пользователи и поставщики услуг требуют от них всё большую пропускную способность широкополосной сети, высокое качество и быстрое внедрение новых услуг, а операторам сетей, с другой стороны, приходится иметь дело с ограниченными инвестициями, нехваткой средств и устаревшими сетями.

Основным элементом современных линий связи являются волоконно-оптические линии связи. Эта среда широкополосной передачи имеет низкие потери, хроматической и поляризационной модовой дисперсии. В то же время имеет высокий уровень защиты от опасного воздействия внешних электромагнитных полей и благоприятных массогабаритных характеристик. Благодаря этим особенностям системы передачи на базе оптического волокна обладают практически бесконечной полосой пропускания, высокой спектральной эффективностью и значительная длина участка без усиления и регенерации сигнала.

Одна из наиболее популярных технологий, использующий оптическое волокно — FTTx (Fiber To The... — «волокно до...») — технология организации сетей доступа с доведением оптического волокна до определенной точки. FTTx-технология не является новой, однако широкое распространение получает именно сейчас.

В семейство FTTx входят различные виды архитектур (рисунок 2.1):

FTTN (Fiber to the Node) – волокно до сетевого узла;

FTTC (Fiber to the Curb) – волокно до микрорайона, квартала или группы домов;

FTTB (Fiber to the Building) – волокно до здания;

FTTH (Fiber to the Home) – волокно до жилища малоэтажного жилого дома;

FTTU (Fiber to the User) – волокно до квартиры пользователя в многоквартирном жилом доме

						Лист
					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Они отличаются главным образом тем, насколько близко к пользовательскому терминалу подходит оптический кабель.

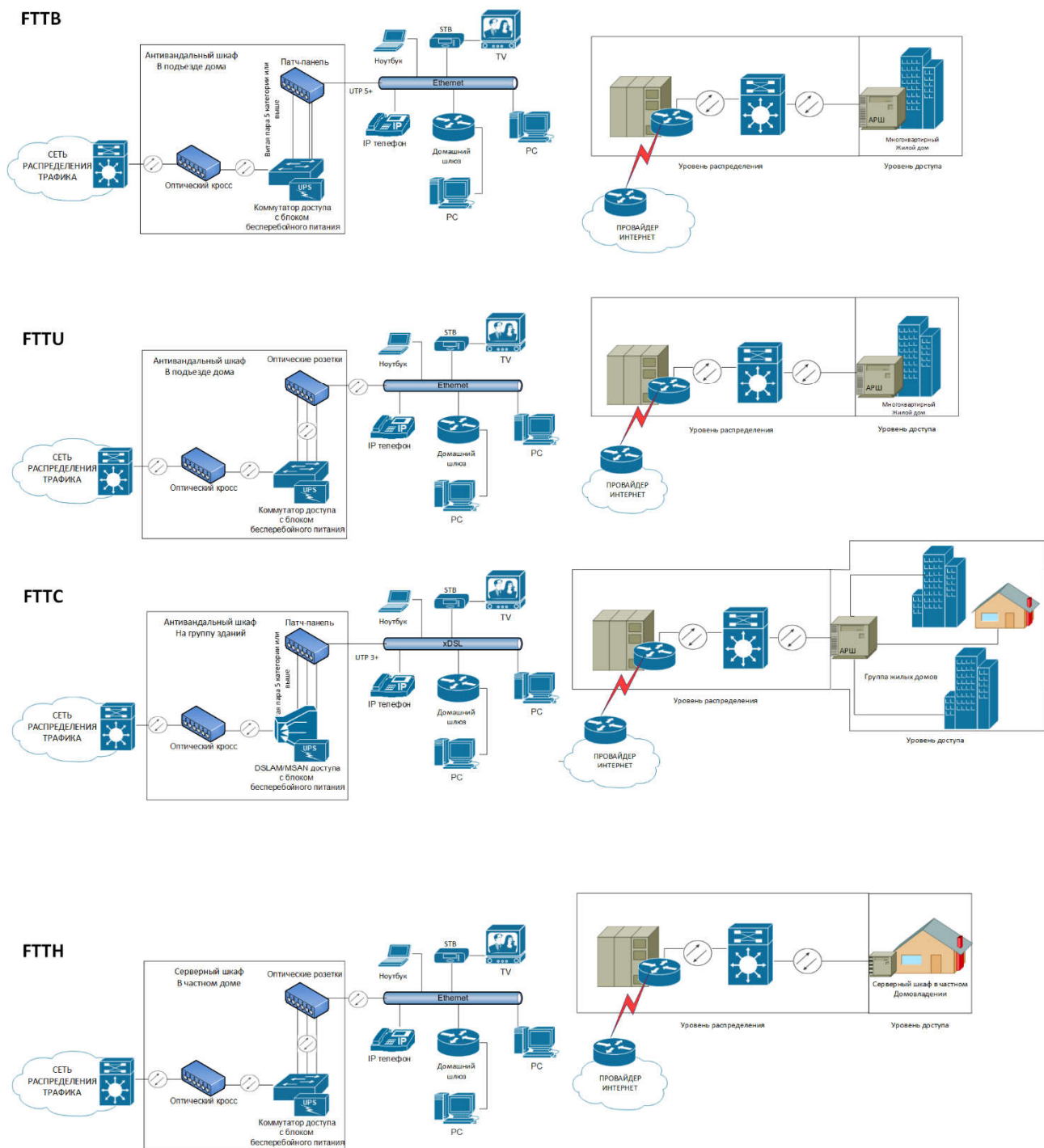


Рисунок 2.1 – Варианты реализации технологий группы FTТх

Исторически первыми появились решения FTTN и FTTC. На сегодняшний день FTTN используется в основном как бюджетное и быстро внедряемое решение там, где существует распределительная "медная"

инфраструктура и прокладка оптики нерентабельна. Всем известны связанные с этим решением трудности: невысокое качество предоставляемых услуг, обусловленное специфическими проблемами лежащих в канализации медных кабелей, существенное ограничение по скорости и количеству подключений в одном кабеле. [8,9]

FTTC – это улучшенный вариант FTTN, лишенный части присущих последнему недостатков. В случае с FTTC в основном используются медные кабели, проложенные внутри зданий, и они, как правило, не подвержены проблемам, связанным с попаданием воды в телефонную канализацию, с большой протяженностью линии и качеством используемых медных жил, что позволяет добиться более высокой скорости передачи на медном участке. [8,9]

Кардинальная перестройка кабельной инфраструктуры требует достаточно большого времени, в виду масштабности задачи и из-за огромного количества зданий, требующих подключения, неравномерно распределенных по территории. Процесс прокладки к жилым домам оптического кабеля начался сравнительно давно, но затронул большие города и крупные здания с множеством пользователей.

Для реализации реконструкции сети предлагается использовать группу технологий xDSL развернутую на базе сети оптического доступа FTTC, в виду наличия абонентских линий в хорошем состоянии.

Сегодня существует ряд технологий, способных предоставлять услуги скоростного доступа на основе существующей кабельной инфраструктуры. Эти технологии, обеспечивают скорость подключения от нескольких сотен Кбит/с до нескольких десятков Мбит/с. Характерным отличием

xDSL (digital subscriber line, цифровая абонентская линия) — семейство технологий, позволяющих значительно повысить пропускную способность абонентской линии телефонной сети общего пользования путём использования эффективных линейных кодов и адаптивных методов коррекции искажений

					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

линии на основе современных достижений микроэлектроники и методов цифровой обработки сигнала. [6]

В аббревиатуре xDSL символ «x» используется для обозначения первого символа в названии конкретной технологии, а DSL обозначает цифровую абонентскую линию. Модемы xDSL, подключаемые к обоим концам короткой линии между абонентом и точкой присутствия оператора образуют несколько каналов: нисходящий канал передачи данных, восходящий канал передачи данных и канал телефонной связи. [6]

Технологии xDSL позволяют передавать данные со скоростями, значительно превышающими те скорости, которые доступны даже лучшим аналоговым и цифровым модемам. Эти технологии поддерживают передачу голоса, высокоскоростную передачу данных и видеосигналов, создавая при этом значительные преимущества как для абонентов, так и для провайдеров. Многие технологии xDSL позволяют совмещать высокоскоростную передачу данных и передачу голоса по одной и той же медной паре. Существующие типы технологий xDSL различаются в основном по используемой форме модуляции и скорости передачи данных.

Чаще всего используются семь технологий группы xDSL (A, I, H, RA, S, SH и V), определяющих следующие технологии передачи информации по существующим абонентским линиям:

- ADSL – асимметричная цифровая абонентская линия;
- IDSL – цифровая абонентская линия для доступа ЦСИО;
- HDSL – цифровая абонентская линия с высокой скоростью передачи;
- RADSL – цифровая абонентская линия с адаптивной скоростью;
- SDSL – симметричная цифровая абонентская линия;
- SHDSL – симметричная цифровая абонентская линия с высокой скоростью передачи;
- VDSL – цифровая абонентская линия с очень высокой скоростью передачи.

					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Выводы к главе:

Принимая во внимание наличие в зданиях объекта (микрорайоне «Боссе») телефонной проводки, выполненной медножильным кабелем третьей категории, целесообразным является применение технологии xDSL на базе развертываемой в микрорайоне оптоволоконной распределительной FTTC сети. Данное решение обеспечит построение линейно-кабельной инфраструктуры, которая позволит предоставлять абонентам микрорайона «Боссе» качественные услуги связи по конкурентной стоимости. За счет реконструкции линии связи от точки присутствия оператора до распределительного шкафа. Проектируемая сеть доступа будет способна поддерживать широкий спектр мультисервисных услуг, обладать надежностью и гибкостью, а также иметь возможности к масштабируемости. Концептуальная схема разрабатываемой сети изображена на рисунке 2.2.

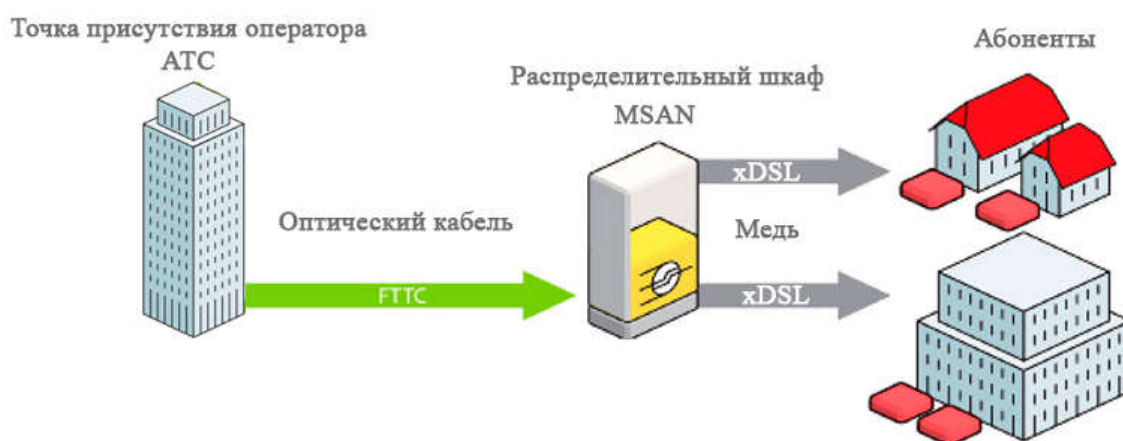


Рисунок 2.2– Предлагаемая концепция реконструкции сети связи

В следующей главе, необходимо произвести анализ и выбор подходящего телекоммуникационного оборудования, кабелей связи и программного обеспечения, а также разработать все необходимые схемные решения и проектную документацию для реализации проекта мультисервисной сети связи в микрорайоне «Боссе» г. Донецк.

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ

3.1 Реализации технологии xDSL на базе оптической распределительной сети FTTC

В данной выпускной квалификационной работе бакалавра представлен проект организации мультисервисной сети абонентского доступа в микрорайоне «Боссе» г. Донецк применить технологию FTTC и xDSL. FTTC – технология широкополосного доступа, при которой оптическое волокно доходит до распределительного шкафа телекоммуникационного оборудования. В свою очередь, к данному телекоммуникационному шкафу подключаются (зачастую существующие) медножильные абонентские линии группы близкорасположенных зданий.

Технология FTTC предусматривает комбинированное использование оптических соединений с уже существующими возможностями связи по проводным линиям на базе технологий xDSL. В технологии FTTC используются преимущества, обеспечиваемые высокой производительностью магистральных оптоволоконных линий и низкой стоимостью обслуживания имеющихся медножильных линий связи.

FTTC является наилучшим подходом к расширению оптоволоконной сети ближе к конечным пользователям и оптимальному повторному использованию существующей медножильной инфраструктуры, позволяющий предоставлять широкополосную связь пользователям с недостаточным уровнем обеспеченности услугами связи.

Таким образом, в данной выпускной квалификационной работе будет разработано решение по гибриднему доступу "оптоволоконно-медь". Это решение отвечает всем технико-экономическим требованиям. Среди преимуществ решения FTTC + xDSL можно отметить следующие:

1. Существенная экономия при инвестициях.

						Лист
					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. Быстрое и простое развертывание.
3. Устойчивые бизнес-модели, позволяющие защитить инвестиции, сохранить доход и монетизировать новые услуги.
4. Снижение оперативных затрат путем активации широкополосных услуг и приложений.
5. Оптимизированное по стоимости решение с использованием существующих линий связи.
6. Усовершенствованное внедрение услуг для улучшения пропускной способности и пользовательского восприятия.
7. Новейшие технологии VDSL2 и ADSL2+ с возможностью переключения на предыдущие версии (связка и векторинг).
8. Наивысшая плотность абонентских портов на секцию.
9. Высококачественные услуги и улучшенное качество восприятия (QoE) пользователей.

Оптический кабель прокладывается до наружного контейнера, расположенного вне посредственной близости от дома (FTTC) или до контейнера перед зданием. Для обслуживания наиболее требовательных пользователей это решение может обеспечить пропускную способность до 100/60 Мбит/с на проводных линиях длиной до 200 м. На расстояниях до 600 м поддерживаются скорости передачи до 60/30 Мбит/с, что достаточно для реализации существующих и будущих многофункциональных пакетов услуг.

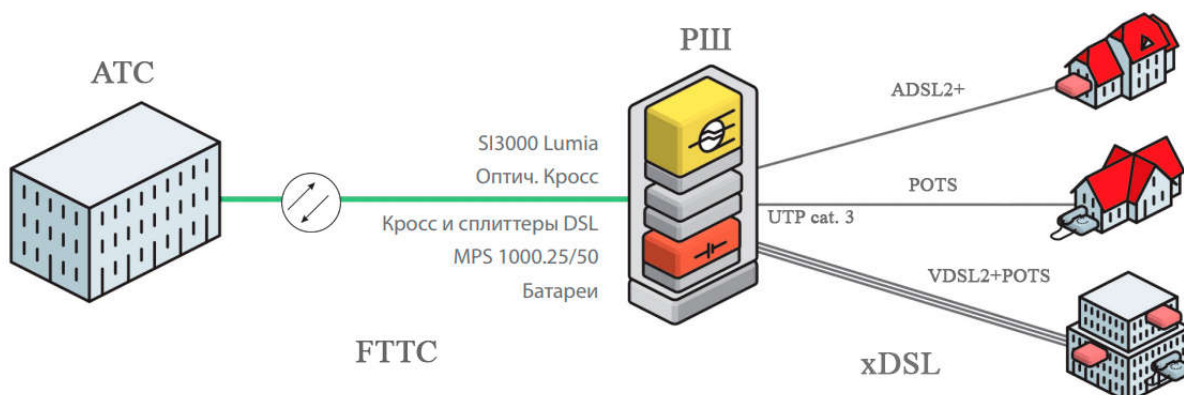


Рисунок 3.1 – Предлагаемая концепция построения сети связи

Наиболее актуальными на сегодняшний день технологиями группы xDSL являются: 1) технология ADSL2+ (Annex M) – скорость доступа 24 Мбит/с (нисходящий канал) и 3.3 Мбит/с (восходящий канал); 2) технология VDSL2 (до 100 Мбит/с (нисходящий канал) и 100 Мбит/с (восходящий канал). Сравнительная таблица технологий xDSL представлена ниже (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Сравнительная таблица современных технологий xDSL

Версия технологии	Утвержденный стандарт	Нисходящая скорость доступа	Восходящая скорость доступа	Действует от
VDSL	ITU G.993.1	55 Мбит/с	3 Мбит/с	29.11.2001
VDSL2	ITU G.993.2	100 Мбит/с	100 Мбит/с	17.02.2006
VDSL2-Vplus	ITU G.993.2 Amendment 1 (11/15)	300 Мбит/с	100 Мбит/с	06.11.2015
ADSL	ANSI T1.413-1998	8.0 Мбит/с	1.0 Мбит/с	20.06.1905
	ITU G.992.2	1.5 Мбит/с	0.5 Мбит/с	01.07.1999
	ITU G.992.1	8.0 Мбит/с	1.3 Мбит/с	01.07.1999
	ITU G.992.1 Annex A	12.0 Мбит/с	1.3 Мбит/с	23.06.1905
	ITU G.992.1 Annex B	12.0 Мбит/с	1.8 Мбит/с	27.06.1905
ADSL2	ITU G.992.3 Annex L	5.0 Мбит/с	0.8 Мбит/с	01.07.2002
	ITU G.992.3	12.0 Мбит/с	1.3 Мбит/с	02.07.2002
	ITU G.992.3 Annex J	12.0 Мбит/с	3.5 Мбит/с	03.07.2002
	ITU G.992.4	1.5 Мбит/с	0.5 Мбит/с	04.07.2002
ADSL2+	ITU G.992.5	24.0 Мбит/с	1.4 Мбит/с	01.05.2003
	ITU G.992.5 Annex M	24.0 Мбит/с	3.3 Мбит/с	30.06.1905

Различия стандартов обусловлены совершенствованием сигнально-кодовых конструкций, применяемых для передачи данных. Кроме того, следует отметить, что чем выше скорость передачи, тем выше требования к полосе пропускания медножильного кабеля.

Специалисты в области построения мультисервисных сетей рекомендуют обратить внимание на качество и расстояние существующих медножильных абонентских линий. В случае хорошего качества абонентской линии, ее можно использовать для получения услуг путем построения канала на базе технологии VDSL2, в случае частичной потери медножильной линией своих свойств, рационально будет использование технологии ADSL2+.

Полоса пропускания сигнально-кодовых конструкций для технологий ADSL2, ADSL2+ и VDSL представлена на рисунке 3.2.

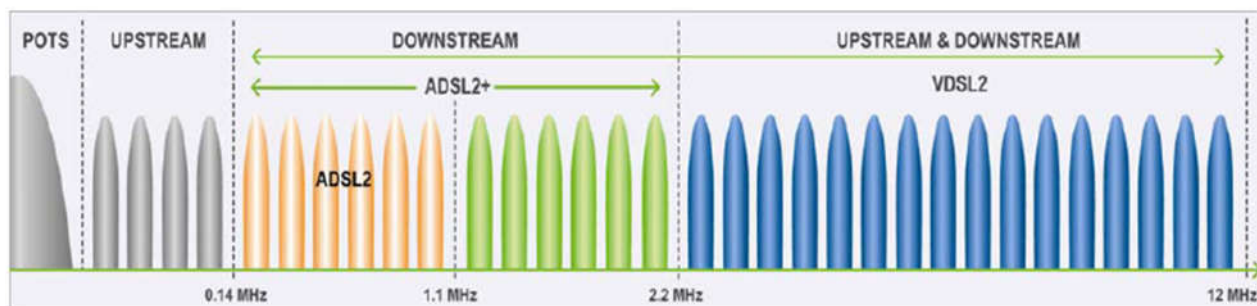


Рисунок 3.2 – Полоса пропускания для технологий стека xDSL

Исходя из данного рисунка можно констатировать, следующее:

1. Низкочастотный диапазон 0.3-3.4 кГц отведен по передаче голоса (POTS или Plain old telephone service, старые обычные телефонные службы);
2. Высокочастотный диапазон, начиная с 140 кГц до 12 МГц отведены под передачу данных.

Таким образом, использование в качестве абонентских линий кабеля имеющего третью категорию согласно стандарту ISO/IEC 11801 допускается для предоставления мультисервисных услуг на базе технологий ADSL2+ и VDSL2, т.к. полоса пропускания данного типа кабеля составляет 16 МГц. Спецификация кабеля третьей категории представлена в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Особенности кабеля UTP Cat.3

Категория	Конструкция	Полоса пропускания	Применение	Примечание
Cat 3	UTP	16 МГц	1) Ethernet: 10BASE-T и 100BASE-T4 Ethernet, 2) xDSL (ADSL2+, VDSL2)	Описан в стандарте EIA / TIA-568.

В соответствии с данными представленными в экспликации объекта, в микрорайоне существует структурированная кабельная система на базе

медножильных кабелей третьей категории. Параметры существующих линий связи представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Параметры существующих медножильных линий связи

№ РШ	Тип абонентских линий	Количество абонентских линий	Средняя длина сегмента
РШ-01	<p>Медножильный кабель категории 3 U/UTP, 24 AWG, Диаметр проводника с оболочкой: 0,9 мм; Внешний диаметр кабеля: 8,0 мм; Толщина внешней оболочки: 0,8 мм; Максимальный шаг скрутки: 100 мм; Минимальный радиус изгиба: 8 внешних диаметров кабеля; Удлинение жилы: не менее 14%; Усилие на разрыв рипкорда: 10 кг; Рабочая температура: -40°С до +50°С</p>	143	550
РШ-02		95	600
РШ-03		150	400
РШ-04		171	350
РШ-05		88	600
РШ-06		99	720
РШ-07		101	430
РШ-08		172	370
РШ-09		168	470
РШ-10		111	380
РШ-11		104	390
РШ-12		89	560
РШ-13		97	610
РШ-14		98	620
РШ-15		104	410
РШ-16		105	390
РШ-17		108	385
РШ-18		140	620
РШ-19		90	720
РШ-20		96	860
РШ-21		92	820
РШ-22		100	430
РШ-23		89	420
РШ-24		90	480

Планируется предоставлять высокоскоростное подключение части абонентов по технологии VDSL2 со скоростью передачи до 100 Мбит/с на нисходящем потоке (в основном линии сектора многоэтажной застройки), для другой части абонентов планируется предоставление высокоскоростного подключения по технологии ADSL2+ со скоростью передачи до 24 Мбит/с на нисходящем потоке.

Для реализации такой стратегии построения мультисервисной сети

абонентского доступа можно воспользоваться решением компании Искрател.

Благодаря собственно разработанным, автоматически конфигурируемым шкафам и интегрированным в них мультисервисным узлам доступа от компании Искрател, SI3000 MSAN развертывание сети будет быстрым, легким и беспроблемным.

Благодаря такому решению возможно достижение баланса доходов и затрат. Построение модели доступа FTTC в сочетании с xDSL с помощью оборудования доступа от компании Искрател позволит значительно сэкономить инвестиции.

В основе данного решения от компании Искрател лежит SI3000 Lumia - высокопроизводительный узел доступа и агрегации нового поколения. Модульная архитектура и многочисленные варианты размещения позволяют использовать его в любом сценарии организации сети доступа.

Различные интерфейсы взаимодействия с абонентами, включая POTS, спаренные абоненты POTS, ISDN, GPON, ADSL2+, VDSL2 и волоконно-оптическое соединение "точка-точка" (100 & 1Gbps), в одном продукте гарантируют высокую эффективность инфраструктуры. Полностью поддерживается несколько сценариев (FTTH, FTTC, FTTB, xDSL, POTS и ISDN с Центральной АТС).

SI3000 Lumia обеспечивает предоставление услуги Triple-Play для домашних абонентов с поддержкой HDTV-поток, а также MEF-сертифицированные услуги второго уровня (E-Line, E-Lan, E-Tree) для бизнес-пользователей и по специальному запросу.

При реализации сценария доступа "оптоволокно до распределительного шкафа" SI3000 Lumia поддерживает любое комбинирование абонентов ADSL2+ или VDSL2, позволяя операторам сохранить существующую абонентскую базу, при этом повышая ARPU. Повторное использование существующей медной инфраструктуры при улучшении качества обслуживания, повышении скорости и пропускной способности делает такой сценарий мало затратным, но высоко

						Лист
					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

прибыльным.

Данный подход позволяет максимальным образом использовать существующую медную инфраструктуру и сократить разрыв между оптикой и медной парой по пропускной способности, сэкономив при этом средства и время на развертывание оптоволокну до терминального оборудования конечных пользователей. Предполагается, что удаленные DSLAM/MSAN будут поддерживать функционирование в нескольких режимах с различными типами абонентов.

Для реализации IMS решения компании Iskratel для развертывания сети по технологии FTTC A/VDSL2 необходимо воспользоваться следующими сетевыми элементами:

1. Серверное помещение внутри станции АТС:
 - Платформа SI3000 Lumia 8U;
 - Центральная плата SI3000 Lumia;
 - Медиашлюз SI3000 SMG;
 - Плата Ethernet GE Fiber;
 - Система обеспечения бесперебойного питания MPS 1000.250;
2. Удаленный вынос (Распределительный шкаф) (24 штуки):
 - Защитный контейнер ODU-XS с интегрированной платформой SI3000 DSLAM: A/VDSL2 на 64 абонентских порта;
3. Помещение пользователей 2700 штук:
 - Домашний шлюз Innbox V45 Home Gateway, модем.

Далее рассмотрим особенности проектирования линейно-кабельных сооружений для проекта мультисервисной сети в микрорайоне «Боссе» г. Донецк.

3.2 Проектирование схемы линейно-кабельных сооружений

В данной выпускной квалификационной работе будет использована имеющаяся телефонно-кабельная канализация, в том числе отдельные сегменты кабельной канализации – вводы в здания.

При введении оптических сегментов линейно-кабельных сооружений необходимо определиться с тем, какой тип оптических кабелей необходимо использовать в тех или иных условиях. Основные вопросы, которые решает проектировщик, при построении волоконно-оптической линии связи (ВОЛС) и критерии выбора в ходе разработки проекта:

1. Тип кабеля – магистрального типа, т.е. предназначен для построения оптических сетей между городами, районами, домами, узлами связи;

2. Среда прокладки – не защищенная от грызунов телефонно-кабельная канализация;

3. Тип оболочки – полиэтилен, полиэтилены средней и высокой плотности обладают повышенной стойкостью к неблагоприятным воздействиям окружающей среды, необходимой гибкостью при монтаже при отрицательных температурах, отличной стойкостью к воздействию ультрафиолетового излучения.

4. Тип волокна - одномодовое категории У.

5. Количество оптических волокон на 1 из 24 узлов доступа составляет 2 шт. Для удобства соединения строительных длин кабеля желательно использовать не более 24 волокон.

При прокладке оптических кабелей в кабельной канализации различного типа, как показывает опыт, достаточно наличия в его конструкции стальной гофрированной ленты, окружающей сердечник. Это покрытие дает вполне удовлетворительную защиту от механических повреждений и в то же время гарантирует нормальную грызуноустойчивость кабеля

						Лист
					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таким образом, для подключения узлов доступа DSLAM к узлам агрегации трафика, выбран кабель компании Инкаб марки ТОЛ (многомодульный оптический кабель без промежуточной оболочки), рисунок 3.3. Организация каналов в сторону вышестоящих провайдеров не рассматривается в данной главе, в виду предоставления их средствами вышестоящего провайдера.

ТОЛ



КОНСТРУКЦИЯ:

1. Оптическое волокно.
2. Оптический модуль из ПБТ, заполненный гидрофобным гелем.
3. Гидрофобный гель.
4. Броня из стальной гофрированной ленты.
5. Оболочка из полимерного материала.
6. Стальная проволока.

Рисунок 3.3 – Конструкция кабеля суперлегкого оптического кабеля

Оптический кабель типа ТОЛ предназначен для прокладки в кабельной канализации, трубах, лотках, блоках, тоннелях, коллекторах, по мостам и эстакадам, в грунт, между зданиями и сооружениям, а также внутри зданий.

Расход кабеля в процессе создания подсистемы внешних магистралей зависит от длины трассы и запасов на неровности местности, выкладки по форме колодцев. Дополнительно в обязательном порядке учитывается расход на разделку концов кабелей в процессе проведения измерений оптических и электрических характеристик, установки оконечных коммутационных устройств и промежуточных муфт различного назначения.

Величина расхода оптических кабелей и кабелей из витых пар на основании норм РД 45.120-2000, пункт 12.10.1 в линейной части трассы принимается равным ее длине, умноженной на коэффициент увеличения.

Запас длины оптического кабеля на монтаж муфты и производство контрольных измерений в соответствии с нормами РД 45.120-2000 составляет 14 м - для муфт, монтируемых в коллекторе. Разработанная схема линейно-кабельных сооружений представлена на рисунке 3.4.

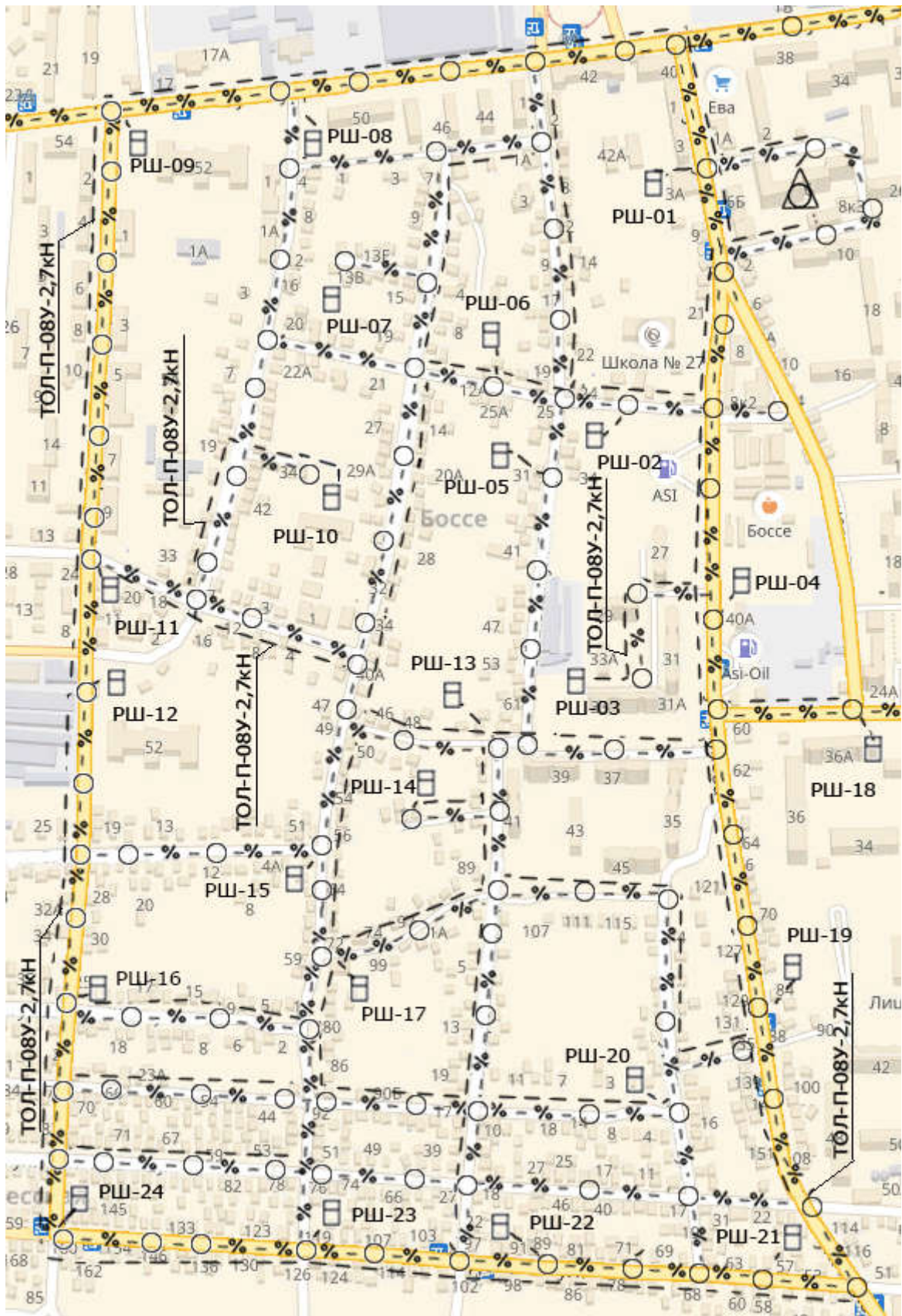


Рисунок 3.4— Схема прокладки оптического кабеля до распределительных шкафов

3.3 Выбор оборудования

В результате проведенного анализа предложенных устройств для организации связи по технологии FTTC/VDSL2 в микрорайоне «Боссе» города Серпухов выбрано следующее оборудование с наилучшим соотношением цена-качество:

1. SI3000 Lumia - это экономичная, универсальная, мультисервисная платформа доступа для передачи потоков данных, голоса и видео. Это - "бестселлер" Iskratel в сфере продуктов доступа. SI3000 MSAN - мультисервисная платформа доступа. При сценарии доступа "оптоволокно до распределительного шкафа" SI3000 MSAN поддерживает любое комбинирование абонентов ADSL2+ или VDSL2, позволяя операторам сохранить существующую абонентскую базу, при этом повышая ARPU. Повторное использование существующей медной инфраструктуры при улучшении качества обслуживания, повышении скорости и пропускной способности делает такой сценарий малозатратным, но высокоприбыльным.

Основные параметры, характеризующие оборудование:

- Мультитехнологичность (Fiber P2P, xDSL, WiMAX, POTS, Voice MGW)
- Мультисервисная платформа
- Объединение широкополосной и узкополосной сред
- Единая Система управления сетью
- Оборудование операторского класса

Эта мультисервисная платформа операторского класса удовлетворит все ваши требования по каждой услуге, необходимой в сетях доступа. Ее модульная гибкая структура - наилучшее средство одновременного сокращения капитальных и операционных затрат.

Центральная плата (Central Blade) узла Lumia - это неблокирующий коммутатор, который выполняет функцию агрегации для абонентских плат и обеспечивает связность сети. Имея несколько интерфейсов GE или 10GE (количество или типы зависят от модели), эта плата обеспечивает надежность

						Лист
					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

операторского класса с перспективой безопасной Ethernet-коммутиации в будущем. Центральная плата обеспечивает как исключительно высокие скорости передачи, так и гибкость в построении сетей различных топологий. Что обеспечивает резервирование и высокую степень надежности узла SI3000 Lumia благодаря аварийному переключению на резервную схему за 50 мс.

Плата Ethernet коммутатора, 10G, 2x10GE (XFP) + 4xGE комбинированных порта (SFP или RJ45). Плата GE Fiber имеет 24 абонентских порта GE/FE Ethernet "точка-точка". Использование компактных однослотовых модулей SFP (cSFP) с высокой плотностью портов, позволяет удвоить пропускную способность каждого узла SI3000 MSAN. Имея высокую симметричную скорость передачи 1G на порт, плата Fiber - отличное решение для клиентов с высокими требованиями.

SI3000 Lumia может быть представлена в нескольких конструктивных исполнениях, которые предназначены для различного применения в сетях мультисервисного доступа. Возможны конфигурации с различным количеством слотов: 1, 2, 6, 10, 20. Все слоты объединены общей шиной для межсекционного взаимодействия и платами, поддерживающими VDSL2-векторинг на системном уровне.

Таблица 3.4 – Спецификация SI3000 Lumia

Вариант корпуса	20-слотовый	10-слотовый	6-слотовый	2-слотовый	1-слотовый
Кол-во слотов центральных плат	1/2	1/2	1	0	0
Кол-во слотов плат доступа	19/18	9/8	5	2	1
Макс. кол-во FTTH P2P (GE или FE) портов	456/432	216/192	120	48	24
Макс. кол-во FTTH GPON портов (1:128)	144/128	64/48	32	–	–
Макс. кол-во VDSL2/ADSL2+ портов	1216/1152	576/512	320	128	64
Макс. кол-во векторизованных VDSL2 портов	2×256	256	256	2×48	48
Макс. кол-во POTS портов	1216/1152	576/512	320	128	64
Макс. кол-во GE uplink портов	8/16	8/16	8	1 / 2	2
Макс. кол-во 10GE uplink	4/8	8/16	8	1 / 2	2

2. Защитный контейнер ODU-XS – 24 шт.

Наружный малогабаритный блок — ODU XS - это уличный контейнер с заранее интегрированным в него VDSL2 DSLAM, имеющий низкое энергопотребление и не требующий кондиционирования. Малые габариты

ODU XS предназначен для построения сетей высокоскоростного широкополосного доступа к удаленным объектам на расстоянии до 8 км от Центральной станции (СО). Технология VDSL2 применяется на "последней миле" по медным парам, что дает значительное увеличение полосы пропускания по сравнению с существующими линиями ADSL2+, идущими от центральной станции.

FTTC - это идеальное решение для зон, где распространены индивидуальные постройки, такие как пригородные и сельские районы или районы с большими частными домами за городом, где трудно будет окупить инвестиции в новую оптоволоконную инфраструктуру "последней мили".

3. Домашний шлюз-модем Netgear AC1900 VDSL/ADSL Nighthawk / 802.11ac. Получите самые высокие на сегодняшний день скорости благодаря модему-роутеру WiFi VDSL/ADSL NETGEAR Nighthawk AC1900. Наслаждайтесь непревзойденными скоростями WiFi до 1,9 Гбит/с и экстремальной производительностью мощного двухъядерного процессора. Мощные усилители, внешние антенны и технология направленного луча (Beamforming+) расширяют зону покрытия и повышают надежность подключения. Nighthawk поддерживает ADSL/ADSL2/ADSL2+ и VDSL/VDSL2. Устройство 3-в-1 сочетает в себе функции высокоскоростного модема DSL, NAT-роутер с 3 портами 10/100 Мбит/с Ethernet, а также передатчиком Wi-Fi 802.11ac. В модели Nighthawk используются межсетевой экран NAT. Для большего удобства, устройство поддерживает контроль доступа на основе MAC -адреса, IP -адреса, доменного имени и приложения, поэтому родители или системные администраторы могут ограничивать доступ для персонала или детей.

						Лист
					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.4 Построение схемы организации связи

Проанализировав преимущества и недостатки построения современных мультисервисных сетей на базе технологий абонентского доступа стека FTTx, для микрорайона «Боссе» города Донецк применим наиболее выгодное решение – технологию FTTC, а также технологию A/VDSL2. Схема организации сети связи, разработанная в проекте представлена на рисунке 3.5.

Для жилого сектора, эксплуатирующего технологию A/VDSL2 предусмотрен вынос модуля Lumia в антивандальный распределительный шкаф (защитный контейнер ODU-XS) расположенный в непосредственной близости к абонентам. При этом абонентский доступ осуществляется по технологии A/VDSL2, SI3000 Lumia DSLAM включается в проектируемую оптическую сеть двумя аплинками Gigabit Ethernet. Совместное использование этих технологий позволит предоставить широкий набор сервисов и услуг, на оптимальных скоростях (определенных в требованиях QoS (Quality of Service), ULA (User License Agreement)). Общее количество защитных контейнеров ODU-XS – 24 шт., оборудование, установленное в них: SI3000 Lumia 2U DSLAM с двумя 64 портовыми платами A/VDSL2. [24]

Центральный узел сети располагается в серверном помещении здания АТС, находящейся на северо-западе микрорайона «Боссе» в отдельном здании. Ядром сети является узел доступа SI 3000 Lumia. Данный узел выполняет функции агрегации трафика, а также выходы на различные медиа сервисы: ССоП; IP-TV; Интернет. Количество плат агрегации трафика (SI3000 Lumia плата GE Fiber 24 порта с модулем cSFP) равно двум. Функции управления сетью организованы через функции Софтсвитч. Выход на ССоП осуществляется через медиашлюз SI 3000 SMG, который выполняет также функции SIP сервера. Трафик Интернет, также, как и трафик цифрового телевидения поступает от вышестоящего городского провайдера по выделенным каналам. Трафик от удаленных выносов, размещенных в

					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

распределительных шкафах ODU-XS поступает на платы агрегации SI3000 Lumia GE Fiber. Установка двух плат повышает надежность связи и позволяет предоставить высокую полосу пропускания абонентов, таким образом повышая коэффициент активных абонентов в час наибольшей нагрузки на сеть.

Абонентские устройства подключаются к существующей распределительной медножильной кабельной сети. В качестве абонентского оборудования используется домашний шлюз Iskratel Innbox V45 Home Gateway, обеспечивающий преобразование VDSL2 и ADSL2+ сигнала и подключение абонентских устройств: IP телефона, персонального компьютера и Set-top-box.

Для абонентов в многоквартирных домах планируется предоставления доступа по технологии VDSL2 в виду лучшего состояния существующих медножильных линий связи. Для абонентов частного сектора рекомендуется применять технологию доступа ADSL2+ в виду худшего состояния линий связи. Еще одним преимуществом данного решения является повышенная надежность связи. Для юридических лиц планируется предоставление доступа по технологии VDSL2 по специальным тарифам.

Среди преимуществ спроектированной сети можно указать следующие:

- возможность предоставления услуг цифрового ТВ, высокоскоростного доступа в сеть Интернет, а также VoIP телефонии по одной сетевой инфраструктуре;
- сниженные оперативные затраты за счет активации широкополосных услуг и приложений.
- оптимизированное по стоимости решение с использованием существующих медножильных линий связи.

Можно подытожить, что применение узла доступа SI3000 Lumia позволяет реализовать мультисервисную сеть абонентского доступа согласно концепции NGN, объединив в одной сетевой инфраструктуре плоскости транспорта трафика, услуг и приложений, эксплуатационного управления и сигнализации.

					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

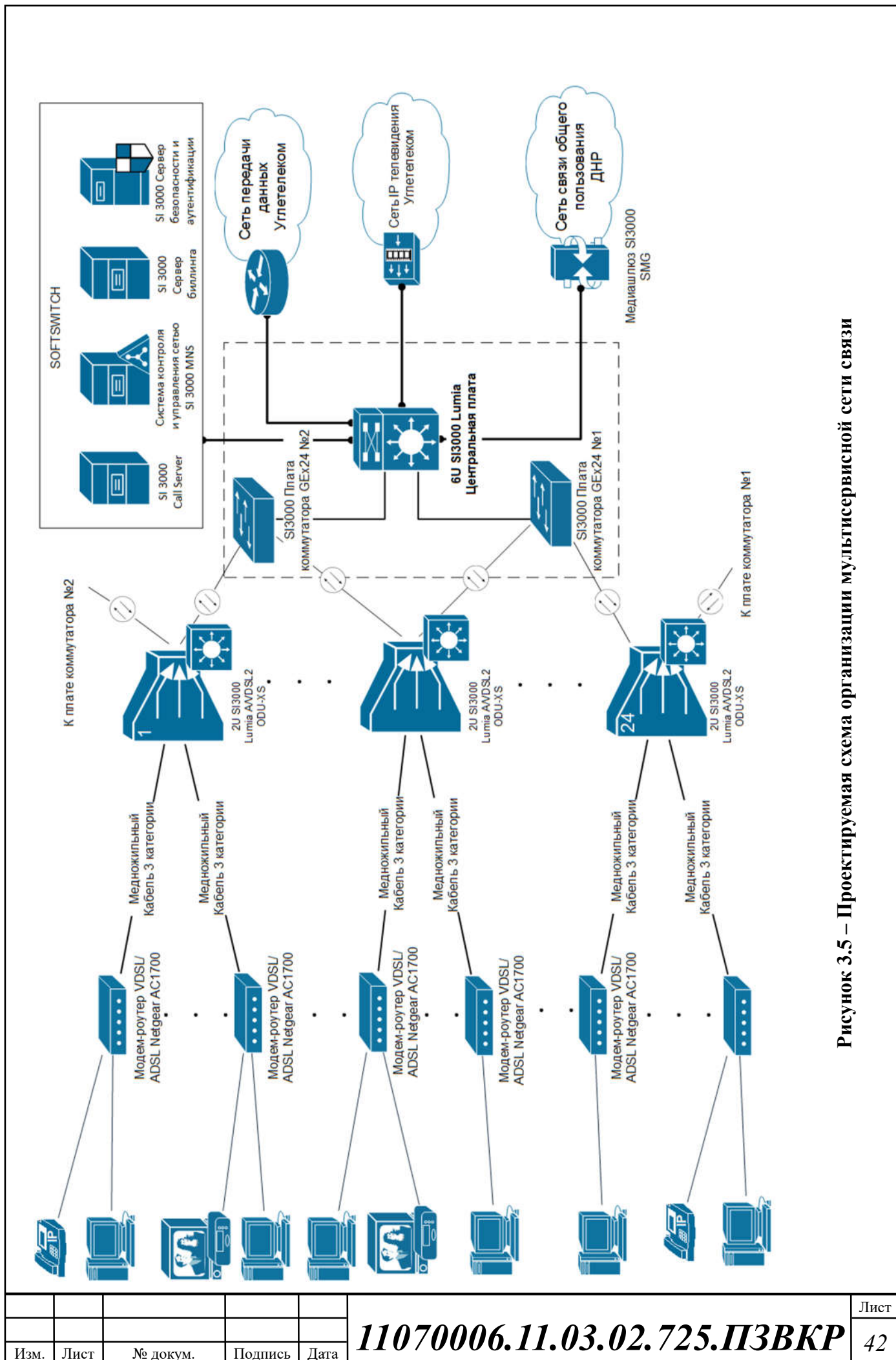


Рисунок 3.5 – Проектируемая схема организации мультисервисной сети связи

3.5 Охрана труда, техника безопасности и экологическая безопасность проекта

Техническое помещение для мультисервисной сети связи является помещением с повышенной опасностью поражения электрическим током, в силу опасности одновременного прикосновения к металлическим корпусам оборудования с одной стороны и к заземлённым металлическим конструкциям с другой. Для предотвращения этого необходимо соблюдать нормы на проектирование эксплуатационных проходов – 1800 мм и размещение оборудования вдали от батарей центрального отопления. Места разъёмов должны располагаться в безопасном для человека месте, все провода должны быть изолированы.

Ремонт и техническое обслуживание мультисервисного оборудования необходимо производить в соответствии с правилами техники безопасности при эксплуатации электрических установок до 1 000 В. К обслуживанию должны допускаться лица, имеющие квалификацию четвёртой группы по правилам техники безопасности.

Пожар, возникающий на участке мультисервисной сети, может привести к выходу из строя оборудования, и угрожает жизни и здоровью людей. К основным причинами пожаров относятся: неисправности электрооборудования (короткое замыкание, пробой в цепях электрического тока, перегрузка и так далее); самовозгорание горючих веществ; неправильное хранение пожароопасных материалов (спирт, бензин); курение в не предназначенных для этого местах.

На участке ЭМС заранее разработаны мероприятия, обеспечивающие быструю ликвидацию возникшего пожара. К этим мероприятиям относятся:

1. установка устройств пожарной сигнализации,
2. организация средств пожаротушения, с набором средств пожаротушения. Во всех технических помещениях АТС предусмотрена

установка углекислотных огнетушителей ОУ-8, в которых в качестве огнегасящего вещества используется углекислый газ, не являющийся электропроводным; кроме того, он не портит предметы, подвергающиеся тушению;

3. организация двух выходов из технического помещения - главного и запасного, и наружных пожарных лестниц.

При возникновении аварийной ситуации на рабочем месте, работающий с персональным компьютером обязан работу прекратить, отключить электроэнергию, сообщить руководителю и принять меры к ликвидации создавшейся ситуации. При наличии травмированных:

- - устранить воздействие повреждающих факторов, угрожающих здоровью и жизни пострадавших (освободить от действия электрического тока, погасить горящую одежду и т.д.);
- - оказать первую помощь;
- - вызвать скорую медицинскую помощь или врача, либо принять меры для транспортировки пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение;
- - сохранить, по возможности, обстановку на месте происшествия;

Разработанные в разделе мероприятия и рекомендации в полной мере решают вопросы охраны труда. Мероприятия по эргономическому обеспечению (удобное рабочее место оператора, оптимальное размещение оборудования, правильное освещение) способствует созданию наилучших условий работы оператора.

Мероприятия по технике безопасности (заземление и зануление оборудования, применение защитных средств) соответствуют требованиям системы стандартов безопасности труда. Мероприятия по пожарной профилактике (надёжная изоляция токонесущих проводов, оснащение помещений огнетушителями и сигнализацией) позволяют предотвратить возникновение пожара, вовремя его обнаружить и принять меры по его устранению. [13,14,15,16]

					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

4 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТРАФИКА ПРОЕКТИРУЕМОЙ СЕТИ

4.1 Оценка необходимой полосы пропускания для услуг

Построение мультисервисной сети позволяет предоставить частным и физическим лицам такие услуги, как телефония, доступ в Интернет и IP телевидение.

Согласно данным, приведенным в первой главе, услуги IP телефонии предоставляются 2025 абонентам, доступ к сети Интернет 2295 абонентам, Цифровое IP телевидение 2160 абонентам.

Расчет необходимой полосы канала связи для частных лиц выполняется, исходя из требований к пропускной способности сети связи:

- доступ к сети Интернет - 50 Мбит/с (средняя скорость VDSL2)
- IP телефония - 30 Кбит/с
- цифровое телевидение - 12 Мбит/с

Для правильной оценки характеристик и расчета требуемой пропускной способности для предоставления комплексной услуги Triple Play используем параметры, основанные на статистических данных, адаптированные к российскому рынку услуг связи. Значения этих параметров приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Значения параметров

Параметр	Обозначение	Значение
1	2	3
1. Количество сетевых узлов для подключения абонентов Triply Play (узлы доступа)	FN	26 (128 портов)
Узлов агрегации	FNA	2 (24 порта)
2. Число абонентов сети:	NS	2700
3. Отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во входящем потоке	OHD	10%
4. Отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине в исходящем потоке	OHU	15%

Окончание таблицы 4.1

1	2	3
5. Процент абонентов Triply Play: - находящихся в сети в ЧНН; - одновременно принимающих или передающих данные; - одновременно пользующихся услугами IPTV	DAAF DPAF IPVS AF	50% 50% 70%
6. Услуга передачи данных: 6.1 Пропускная способность сети для передачи данных к абоненту: -средняя пропускная способность; -пиковая пропускная способность; 6.2 Пропускная способность сети для передачи данных от абонента: - средняя пропускная способность; - пиковая пропускная способность;	ADBS PDBS AUBS PUBS	25 Мбит/с 50 Мбит/с 10 Мбит/с 20 Мбит/с
7. Услуга TV IP: - проникновение услуги; - количество сессий на абонента; - использование режима Unicast; - использование режима Multicast; - использование потоков Multicast; - количество доступных каналов; - скорость видеопотока; - запас на вариацию битовой скорости;	IPVS User IPVS SH IPVS UU IPVS MUM IPVS MU IPVS MA VSB SVBR	80% 1,3 20% 80% 80% 50 12 Мбит/с 0,2

Проектируемая сеть должна быть надежной и на ней не должно быть перегрузок. Поэтому все необходимые расчеты трафика будем производить для часа наибольшей нагрузки для одного сетевого узла – выноса SI 3000 Lumia 2U.

После того как было определено количество абонентов, пользующихся определенными услугами можно переходить непосредственно к расчету нагрузок проектируемой сети высокоскоростного абонентского доступа микрорайона «Боссе» города Донецк. Весь трафик, создаваемый группами абонентов (до 128 абонентов) будет обрабатываться на DSLAM – SI3000 Lumia, затем трафик будет агрегирован на двух платах GE центрального узла SI3000 Lumia, что, в свою очередь, и составит нагрузку на транспортную сеть микрорайона «Боссе» города Донецк.

Среднее число активных портов, приходящееся на один DSLAM, составляет: $2700/26=103$.

						Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	

4.2 Трафик IP-телефонии

Исходными данными для расчета являются:

- количество источников нагрузки – абоненты, использующие терминалы SIP и подключаемые в пакетную сеть на уровне мультисервисного абонентского коммутатора, $N_{VoIP}=78$, человека;
- тип кодека в планируемом к внедрению оборудовании, G.729A;
- длина заголовка IP пакета, 58 байт.

Полезная нагрузка голосового пакета G.729 CODEC составит согласно:

$$Y_{\text{полезн}} = \frac{t_{\text{звуч.голоса}} \cdot v_{\text{кодирования}}}{8 \text{ бит} / \text{байт}}, \text{ байт}, \quad (4.1)$$

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

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

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

Каждый пакет имеет заголовок длиной в 58 байт.

Общий размер голосового пакета составит:

$$V_{\text{пакета}} = L_{\text{Eth}} + L_{\text{IP}} + L_{\text{UDP}} + L_{\text{RTP}} + Y_{\text{полезн}}, \text{ байт}, \quad (4.2)$$

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

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

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

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

$$\text{ППР}_1 = V_{\text{пакета}} \cdot 8 \text{ бит} / \text{байт} \cdot 50 \text{ pps}, \text{ Кбит} / \text{с}, \quad (4.3)$$

						Лист
					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

$$ППр_1 = 78 \cdot 8 \cdot 50 = 30 \text{ Кбит} / \text{с}.$$

С помощью средств подавления пауз обычный голосовой вызов можно сжать примерно на 50 процентов (по самым консервативным оценкам – 30%). Исходя из этого, необходимая полоса пропускания WAN для нашей точки присутствия составит:

$$ППр_{WAN} = ППр_1 \cdot N_{SIP} \cdot VAD, \text{Кбит/с}, \quad (4.4)$$

где $ППр_1$ – полоса пропускания для одного вызова (кбит/с), N_{SIP} – количество голосовых портов на DSLAM (шт), VAD (Voice Activity Detection) – коэффициент механизма идентификации пауз (0,7)

$$ППр_{WAN} = 30 \cdot 78 \cdot 0,7 = 1,6 \text{ Мбит} / \text{с}.$$

4.3 Трафик IP TV

Далее определяется трафик, создаваемый на сети услугой цифрового IP-телевидения и видео по запросу. Для определения среднего количества абонентов, приходящихся на один DSLAM, используется формула:

$$AVS = NS/FN, \text{ аб}, \quad (4.5)$$

где NS – общее число абонентов (аб), FN – количество DSLAM (шт).

$$AVS = 2160/26 = 83 \text{ аб}.$$

Количество абонентов на одном оптическом сетевом узле, пользующихся услугами интерактивного телевидения одновременно, определяется коэффициентом IPVS Market Penetration:

$$IPVS \text{ Users} = AVS \cdot IPVS \text{ MP} \cdot IPVS \text{ AF} \cdot IPVS \text{ SH}, \text{ аб}, \quad (4.6)$$

где $IPVS \text{ MP}$ – коэффициент проникновения услуги IP TVHD, $IPVS \text{ AF}$ – процент абонентов, пользующихся услугами IP TVHD одновременно в ЧНН, $IPVS \text{ SH}$ – коэффициент, показывающий, сколько различных программ одновременно принимается в одном доме.

$$\text{IPVS Users} = 83 * 1 * 0,7 * 1,3 = 76 \text{ аб.}$$

В некоторых домовладениях может одновременно приниматься несколько видеопотоков, например, два, и в этом случае в расчетах считается, что видеопотоки принимают два абонента.

Для абонентов трансляция видеопотоков происходит в разных режимах. Часть абонентов принимает видео в режиме multicast, а часть – в режиме unicast. При этом абоненту, заказавшему услугу видео по запросу, будет соответствовать один видеопоток, следовательно, количество индивидуальных потоков равно количеству абонентов, принимающих эти потоки:

$$\text{IPVS US} = \text{IPVS Users} * \text{IPVS UU} * \text{UUS}, \text{ потоков}, \quad (4.7)$$

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

$$\text{IPVS US} = 76 * 0,3 * 1 = 23, \text{ потоков.}$$

Один групповой поток принимается одновременно несколькими абонентами, следовательно, количество индивидуальных потоков:

$$\text{IPVS MS} = \text{IPVS Users} * \text{IPVS MU}, \text{ потоков}, \quad (4.8)$$

где IPVS MU – количество абонентов, принимающих групповые видеопотоки.

$$\text{IPVS MS} = 23 * 0,8 = 19 \text{ потоков.}$$

Максимальное количество видеопотоков среди доступных, которое будет использоваться абонентами, пользующимися услугами группового вещания:

$$\text{IPVS MSM} = \text{IPVS MA} * \text{IPVS MUM}, \text{ видеопотоков}, \quad (4.9)$$

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

$$\text{IPVS MSM} = 50 * 0,8 = 40, \text{ видеопотоков мультикаст.}$$

Транслирование видеопотоков в IP сети может происходить с переменной битовой скоростью. Средняя скорость одного видеопотока, принимаемого от оператора, составляет 12 Мбит/с. С учетом добавления заголовков IP пакетов и запаса на вариацию битовой скорости скорость передачи одного видеопотока составит:

$$IPVSB = VSB*(1+SVBR)*(1+OHD), \text{ Мбит/с} \quad (4.10)$$

где VSB – скорость трансляции потока, Мбит/с, SVBR – запас на вариацию битовой скорости.

$$IPVSB = 12*(1+0,2)*(1+0,1) = 15,84 \text{ Мбит/с.}$$

Для передачи одного видеопотока в IP сети в режиме индивидуального вещания необходима пропускная способность:

$$IPVS UNB = IPVS US*IPVSB, \text{ Мбит/с,} \quad (4.11)$$

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

$$IPVS UNB = 23*15,84 = 364,32 \text{ Мбит/с.}$$

Групповые потоки транслируются от головной станции к множеству пользователей, и общая скорость для передачи максимального числа групповых видеопотоков в ЧНН составит:

$$IPVS MNBM = IPVS MSM*IPVSB, \text{ Мбит/с,} \quad (4.12)$$

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

$$IPVS MNBM = 40*15,84 = 633,6 \text{ Мбит/с.}$$

Общая пропускная способность для IP сети с предоставлением услуг интерактивного телевидения на одном сетевом оптическом узле сложится из пропускной способности для передачи видео в групповом и индивидуальном режимах:

$$AB = IPVS MNBM + IPVS UNB, \text{ Мбит/с,} \quad (4.13)$$

где IPVS MNBM – пропускная способность для передачи группового видеопотока, IPVS UNB – пропускная способность для передачи индивидуального видеопотока.

$$AB = 105,6 + 633,6 = 739,2 \text{ Мбит/с.}$$

Итак, для предоставления услуги цифрового ТВ на одном сетевом узле необходима полоса пропускания 739,2 Мбит/с.

4.4 Трафик передачи данных

Среди всех пользователей сети в час наибольшей нагрузки (ЧНН) в сети будет находиться и передавать данные только часть абонентов (активные абоненты). Даже в час наибольшей нагрузки количество активных абонентов может изменяться, поэтому для их подсчета используется пятиминутный временной интервал внутри ЧНН, и максимальное число активных абонентов за этот период времени определяется параметром Data Average Activity Factor (DAAF), в соответствии с этим количество активных абонентов составит:

$$AS = TS * DAAF, \text{ аб}, \quad (4.14)$$

где TS – число абонентов на одном DSLAM (аб), DAAF – процент абонентов, находящихся в сети в ЧНН.

$$AS = 88 * 0,5 = 44 \text{ аб.}$$

В час наибольшей нагрузки в сети находится 62 человека с одного DSLAM, охватывающего 103 (88 абонентов согласно проникновения услуги Интернет) абонентов.

Средняя пропускная способность для приема данных составит:

$$BDDA = (AS * ADBS) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с}, \quad (4.15)$$

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

$$BDDA = (44 * 25) * (1 + 0,1) = 1210 \text{ Мбит/с.}$$

Средняя пропускная способность для передачи данных:

$$BUDA = (AS * AUBS) * (1 + OHU), \text{ Мбит/с}, \quad (4.16)$$

где AS - количество активных абонентов (аб), AUBS – средняя скорость передачи данных (Мбит/с), OHU – отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во исходящем потоке.

$$BUDA = (44 * 10) * (1 + 0,15) = 506 \text{ Мбит/с.}$$

Количество абонентов, передающих или принимающих данные в течении некоторого короткого промежутка времени, определяют пиковую пропускную способность сети. Количество таких абонентов в час наибольшей нагрузки:

$$PS = AS * DPAF, \text{ аб}, \quad (4.17)$$

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

$$PS = 44 * 0,5 = 22 \text{ аб.}$$

Пиковая пропускная способность измеряется за короткий промежуток времени (1 секунда), она необходима для приема и передачи данных в момент, когда одновременно несколько пользователей передают или принимают данные по сети. Пиковая пропускная способность, требуемая для приема данных в час наибольшей нагрузки:

$$BDDP = (PS * PDBS) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с}, \quad (4.18)$$

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

$$BDDP = (22 * 50) * (1 + 0,1) = 1210 \text{ Мбит/с.}$$

Пиковая пропускная способность для передачи данных в ЧНН:

$$BUDP = (PS * PUBS) * (1 + OHU), \text{ Мбит/с}, \quad (4.19)$$

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

$$BUDP = (22 * 20) * (1 + 0,15) = 506 \text{ Мбит/с.}$$

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

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

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

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

$$BDD = \text{Max} [1210; 1210] = 1210 \text{ Мбит/с},$$

$$BDU = \text{Max} [506; 506] = 506 \text{ Мбит/с.}$$

4.5 Оценка требуемой полосы пропускания

Полоса пропускания для передачи и приема трафика телефонии, видео, данных и доступа к сети Internet на одном оптическом узле составит:

$$\text{ППр}_{\text{Triply play}} = \text{ППр}_{\text{WAN}} + \text{AB} + \text{BDD}, \text{ Мбит/с}, \quad (4.20)$$

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

AB – пропускная способность для видеопотоков (Мбит/с);

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

$$\text{ППр}_{\text{Triple play}} = 1,6 + 739 + 1210 = 1950,6 \text{ Мбит/с}.$$

Из расчета можно сделать вывод, что требуемую полосу пропускания для DSLAM на направление агрегации может обеспечить два канала, работающих на основе протокола 1000 Base LX.

Следовательно, для обеспечения полного удовлетворения спроса на телекоммуникационные услуги и с учетом масштабируемости сети целесообразно использовать два канала со скоростью 1 Гбит/с на участке от коммутатора до уровня агрегации, т.е. Gigabit Ethernet - **1000BASE-LX**, IEEE 802.3z — стандарт, использующий одномодовое волокно. Дальность прохождения сигнала без повторителя до 5 километров

						Лист
					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЯТЫХ РЕШЕНИЙ

К капитальным вложениям относятся все затраты, вносимые для первоначального этапа строительства сети и имеющие единовременный характер. Расчет капитальных затрат состоит из двух основных частей:

1. Смета затрат на приобретение оборудования (таблица 5.1).
2. Смета затрат на строительство линейно-кабельных сооружений (таблица 5.2).

В смету затрат на приобретения оборудования входят:

- Программное обеспечение.
- Оборудование для обслуживания компонентов сети (электропитание, кондиционирование и т.п.).
- Монтажный материал и документация.

Таблица 5.1 - Смета затрат на приобретение оборудования

№	Наименование	Кол-во	Стоимость	Сумма
1	Узел доступа Искрател SI3000 Lumia 6U	1	120000	120000
2	Медиашлюз SI3000 SMG	1	90000	90000
3	Центральная плата Искрател SI3000 Lumia	1	180000	180000
4	Плата FEх24 SI3000 Lumia	1	40000	40000
5	Плата GEх24 P2P Fiber (SFH) платформы SI3000 Lumia	2	160000	320000
6	Система обеспечения бесперебойного питания MPS 1000.250	1	250000	250000
7	Защитный контейнер ODU-XS с интегрированной платформой SI3000 Lumia 2U: с двумя платами A/VDSL2 на 64 абонентских портов	26	120000	3120000
8	Домашний шлюз Netgear AC1900 VDSL/ADSL Nighthawk	2700	5000	13500000
9	Система биллинга Искрател SI3000 ISB Iskratel Billing System	1	10000	10000
10	Система контроля и управления сетью Искрател SI3000 MNS Managment Network System	1	100000	100000
11	Система обеспечения безопасности и аутентификации SI3000 AAA	1	100000	100000
ИТОГО (К)				17830000

Смета затрат составлена согласно следующим источникам [22,23,24].

Капитальные затраты на оборудование рассчитываются по формуле (5.1):

$$K_{обор} = K * (K_{np} + K_{тр} + K_{смр} + K_{м/у} + K_{зср} + K_{нпр}), \text{ руб.} \quad (5.1)$$

При приобретении оборудования обычно предусматриваются следующие расходы: $K_{пр}$ – Затраты на приобретение оборудования; $K_{тр}$ – транспортные расходы в т.ч. таможенные расходы (4% от $K_{пр}$); $K_{смр}$ – строительно-монтажные расходы (20% от $K_{пр}$); $K_{т/у}$ – расходы на тару и упаковку (0,5% от $K_{пр}$); $K_{зср}$ – заготовительно-складские расходы (1,2% от $K_{пр}$); $K_{нпр}$ – прочие непредвиденные расходы (3% от $K_{пр}$).

$$K_{обор} = 17830000 * (0,04 + 1 + 0,005 + 0,012 + 0,03) = 22947210 \text{ рублей.}$$

Таблица 5.2 - Смета затрат на прокладку линейно-кабельных сооружений

№	Наименование	Кол-во	Цена, руб.	Стоимость, руб.
1	Оптический кабель Инкаб марки ТОЛ-П-08У 2.7 кН, км	10	31000	310000
2	Комплект для монтажа оптического кабеля	26	5000	130000
ИТОГО (K_v):				440000

Капитальные затраты на строительство ВОЛС [25] рассчитываются по формуле:

$$K_{vols} = K_v * (K_{np} + K_{тр} + K_{м/у} + K_{зср} + K_{нпр}) + L * Y, \text{ руб.} \quad (5.2)$$

$$K_{vols} = (0,04 + 1 + 0,005 + 0,012 + 0,03) * 440000 + 10 * 100000 = 1566280 \text{ руб.}$$

Общие затраты на реализацию проекта рассчитываются по формуле:

$$K_{общ} = K_{обор} + K_{лкс}, \text{ руб.} \quad (5.3)$$

$$K_{общ} = 24513490 \text{ рублей.}$$

Таким образом, общие капитальные затраты на реализацию проекта МСС составляют 24 млн. 513 тысяч 490 руб.

5.1 Расчет эксплуатационных расходов

Для расчета годового фонда заработной платы необходимо определить численность штата производственного персонала. Фонд рабочего времени месяца, составляет 176 часов. Расходы на оплату труда в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Состав персонала по обслуживанию станционного оборудования

Должность	Плата за 1 час, руб.	Кол-во, чел.	Сумма з/пл., руб.
Ведущий инженер	187,5	1	33 000
Электромеханик	93,75	3	3x16 500
ИТОГО (ЗПст)		4	82500

Рекомендуемый состав линейного персонала предприятия связи приведён в таблице 5.4.

Таблица 5.4– Состав персонала по обслуживанию линейного тракта

Наименование должности	Плата за 1 час,руб.	Кол-во, чел.	Сумма з/пл., руб.
Инженер линейных сооружений	187,5	1	33 000
Кабельщик-монтажник	93,75	3	3x16 500
Электромонтёр канализационных сооружений четвертого разряда	93,75	2	2x16 500
ИТОГО (ЗПлн)		6	115500

Годовой фонд оплаты труда определяется как (5.4):

$$\text{ФОТ}_{\text{годин}} = \text{ЗП} * m * K_d * K_{pr} \quad (5.4)$$

где $m=12$ – количество месяцев в году; $K_d=1,04$ – коэффициент, учитывающий доплату за работу с вредными условиями труда; $K_{pr} = 1,25$ - размер премии (25 %);

1. для станционного персонала:

$$\text{ФОТ}_{\text{ст}}^{\text{год}} = 82500 * 12 * 1,04 * 1,25 = 1287000 \text{ руб.}$$

2. для линейного персонала:

$$\text{ФОТ}_{\text{лн}}^{\text{год}} = 115500 * 12 * 1,04 * 1,25 = 1801800 \text{ руб.}$$

Общий годовой фонд оплаты труда составит (5.5):

$$\text{ФОТ}^{\text{год}} = \text{ФОТ}_{\text{ст}}^{\text{год}} + \text{ФОТ}_{\text{лн}}^{\text{год}} \quad (5.5)$$

$$\text{ФОТ}^{\text{год}} = 1801800 + 1287000 = 3088800 \text{ руб.}$$

Годовой фонд оплаты труда составит 3 миллиона 88 тысяч 800 рублей.

Страховые взносы составляют 30 % от фонда оплаты труда (2018 год):

$$\text{СВ} = 0,30 * \text{ФОТ}^{\text{год}} \quad (5.6)$$

где $X_{\text{СВ}}=0,30$, коэффициент страховых выплат;

$$\text{СВ} = 926640 \text{ руб.}$$

Сумма страховых взносов составляет 926 тысяч 640 рубля.

Амортизационные отчисления на полное восстановление производственных фондов рассчитываются по формуле:

$$\text{АО}_{\text{год}} = K_{\text{об}} * N_{\text{а}} \quad (5.7)$$

$N_{\text{а}}$ – норма амортизационных отчислений для данного типа оборудования и линейно-кабельных сооружений составляет 5%.

$$\text{АО}_{\text{год}} = 891500 \text{ руб.}$$

Затраты на амортизационные отчисления 891 тысяча 500 рублей.

Величина материальных затрат включает в себя оплату электроэнергии для производственных нужд, затраты на материалы и запасные части и др.

1. затраты на оплату электроэнергии определяются в зависимости от мощности стационарного оборудования (5.8):

$$Z_{\text{ЭН}} = T * Z_{\text{т}} * (P * n) \quad (5.8)$$

где $T = 3,2$ руб./кВт . час – тариф на электроэнергию.

$P = 0,20$ кВт – мощность одной установки в среднем (n =количество установок: 26), $Z_{\text{т}}=8760$ часов работы в году.

Тогда, затраты на электроэнергию составят

$$Z_{\text{ЭН}} = 145766 \text{ руб.}$$

						Лист
					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

Затраты на материалы и запасные части рассчитываем по формуле (5.9)

$$Z_M = \text{ОПФ} * L \quad (5.9)$$

где *ОПФ* - это основные производственные фонды; *L* – коэффициент затрат на материалы, 0,035.

В итоге материальные затраты составляют:

$$Z_M = 624050 \text{ руб.}$$

Таким образом, общие материальные затраты равны сумме затрат на электроэнергию и материальных затрат (5.10):

$$Z_{\text{общ}} = Z_{\text{ЭН}} + Z_M \quad (5.10)$$

$$Z_{\text{общ}} = 769816 \text{ руб.}$$

Материальные затраты составили 769 тысяч 816 рублей.

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

$$Z_{\text{пр}} = 0,15 * \text{ФОТ}_{\text{год}} \quad (5.11)$$

$$Z_{\text{эк}} = 0,25 * \text{ФОТ}_{\text{год}} \quad (5.12)$$

Подставив значения получаем:

$$Z_{\text{пр}} = 463320 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{эк}} = 772200 \text{ руб.}$$

Таким образом, сумма других расходов определяется как (5.13):

$$Z_{\text{Другие}} = Z_{\text{эк}} + Z_{\text{пр}} \quad (5.13)$$

$$Z_{\text{Другие}} = 1235520 \text{ руб.}$$

Затраты на прочие расходы составят 1 миллион 235 тысяч 520 рублей.

Результаты расчёта годовых эксплуатационных расходов сведём в таблицу 5.5.

						Лист
					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 5.5 – Результаты расчёта годовых эксплуатационных расходов

Наименование затрат	Сумма затрат, руб.	Структура, %
1. Фонд оплаты труда, годовой	3088800	45
2. Страховые взносы, годовые	926640	13
3. Амортизационные отчисления	891500	13
4. Материальные затраты	769816	11
5. Прочие расходы	1235520	18
ИТОГО (Э)	6912276	100

5.2 Расчёт предполагаемой прибыли

Используя данные из о видах услуг, предоставляемых пользователям разрабатываемой мультисервисной сети и стоимости этих услуг, проведём расчёт предполагаемой прибыли (таблица 5.6 и 5.7).

Таблица 5.6 – Прейскурант на виды предоставляемых услуг

Тип услуги	Вид услуги	Тип абонентов	Стоимость
IP-TV	абонентская плата	Частные лица	500
		Юридические лица	2000
	подключение	Частные лица	1000
		Юридические лица	5000
Доступ в Интернет	абонентская плата	Частные лица	500
		Юридические лица	2500
	подключение	Частные лица	1000
		Юридические лица	5000
VoIP	абонентская плата	Частные лица	300
		Юридические лица	1200
	подключение	Частные лица	500
		Юридические лица	2000

Стоимость услуг представлена на основании анализа цен других операторов в г. Донецк.

Таблица 5.7 – Планируемая прибыль по видам услуг

Тип услуги	Вид услуги	Тип абонентов	Стоимость	Абонентов	Общая стоимость
IP-TV	абонентская плата	Частные лица	500	1920	960000
		Юридические лица	2000	240	480000
	подключение	Частные лица	1000	1920	1920000
		Юридические лица	5000	240	1200000
Доступ в Интернет	абонентская плата	Частные лица	500	2040	1020000
		Юридические лица	2500	255	637500
	подключение	Частные лица	1000	2040	2040000
		Юридические лица	5000	255	1275000
VoIP	абонентская плата	Частные лица	300	1800	540000
		Юридические лица	1200	225	270000
	подключение	Частные лица	500	1800	900000
		Юридические лица	2000	225	450000
ИТОГО		Абонентская плата в месяц	3907500		
		Плата за подключение	7785000		

Сумма общей ежемесячной прибыли составляет 3 миллиона 907 тысяч 500 рублей.

Сумма ежегодной прибыли рассчитывается по формуле (5.14):

$$Pr_{year} = 12 * Pr_{month} \quad (5.14)$$

$$Pr_{year} = 46890000 \text{ руб.}$$

Ежегодная прибыль оценивается в 46 миллионов 890 тысяч рублей при полной нагрузке сети.

Сумма за подключение всех абонентов составляет 7 миллионов 785 тысяч рублей. Примем во внимание тот факт, что в первые 5 лет подключатся ~70 % абонентов, а ~30 % в последующие 3 года. Проектный период составляет 10 лет. Подробная информации прибыли на каждый год проектного периода содержится в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Предварительные экономические показатели проекта по доходам

Год	Количество абонентов от проектного значения	От подключения	От абонентской платы	Суммарный за год
1	0,4	3114000	18756000	21870000
2	0,5	778500	23445000	24223500
3	0,6	778500	28134000	28912500
4	0,65	389250	30478500	30867750
5	0,7	389250	32823000	33212250
6	0,8	778500	37512000	38290500
7	0,85	389250	39856500	40245750
8	0,9	389250	42201000	42590250
9	0,95	389250	44545500	44934750
10	1	389250	46890000	47279250

5.3 Определение оценочных показателей проекта

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:

$$NPV = PV - IC \quad (5.15)$$

где PV – денежный доход, рассчитываемый по формуле (5.16); IC – отток денежных средств в начале *n*-го периода, рассчитываемый по формуле.

$$PV = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} \quad (5.16)$$

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

$$IC = \sum_{n=1}^m \frac{I_n}{(1+i)^{n-1}} \quad (5.17)$$

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

которых производятся выплаты.

В таблице 5.9 приведены расчеты NPV для проекта со следующими показателями: ставка дисконта 7.25 % (2018).

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

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

Таблица 5.9 – Оценка экономических показателей проекта с учетом дисконта

Год	P	PV	I	IC	NPV
0	0	0	31425766	31425766	-31425766
1	21870000	21870000	6912276	38338043	-16468043
2	24223500	44456014	6912276	44783056	-327042
3	28912500	69591717	6912276	50792392	18799326
4	30867750	94613202	6912276	56395502	38217699
5	33212250	119715246	6912276	61619848	58095398
6	38290500	146699135	6912276	66491033	80208102
7	40245750	173143687	6912276	71032930	102110758
8	42590250	199236992	6912276	75267799	123969193
9	44934750	224905695	6912276	79216395	145689300
10	47279250	250087964	6912276	82898069	167189895

Как видно из приведенных в таблице 5.9 рассчитанных значений, проект окупиться на 3 году эксплуатации, так как в конце 3 года мы имеем положительный NPV.

Точный срок окупаемости можно рассчитать по формуле:

$$PP = T + \frac{|NPV_{n-1}|}{(|NPV_{n-1}| + NPV_n)} \quad (5.18)$$

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

$$PP = 3,017 \text{ года}$$

Исходя из этого, срок окупаемости, отсчитанный от начала операционной деятельности (конец нулевого года), составляет 3 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:

$$PI = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} / \sum_{n=1}^m \frac{I_n}{(1+i)^{n-1}} \quad (5.19)$$

$$PI = 69591717/50792392 = 1,68$$

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

Экономический смысл показателя IRR заключается в том, что предприятие может принимать любые решения инвестиционного характера, уровень рентабельности которых не ниже цены капитала. IRR должен быть выше средневзвешенной цены инвестиционных ресурсов:

$$IRR > i \quad (5.20)$$

где i – ставка дисконтирования

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

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1) \quad (5.22)$$

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

Для описанного выше примера будем иметь: $i_1 = 7,25\%$, при котором $NPV_1 = 18799326$ руб.; $i_2 = 80\%$ при котором $NPV_2 = -60504$ руб.

Следовательно, расчет внутренней нормы доходности будет иметь вид:

						Лист
					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$IRR = 7.25 + \frac{18799326}{18799326 - (-60504)}(80 - 7.25) = 79,77\%.$$

Таким образом, внутренняя норма доходности проекта составляет 79.77%, что больше цены капитала, которая рассматривается в качестве 7.25%, таким образом, проект следует принять. В случае если, $IRR < i$ проект нецелесообразен для реализации.

В данном разделе осуществлена оценка капитальных вложений в предлагаемый проект и калькуляция эксплуатационных расходов. Определен общий дохода от реализации проекта, рассчитаны основные оценочные показатели проекта, характеризующие финансовый уровень решения задач. Рассчитанные технико-экономические показатели на конец расчетного периода сведены в таблицу 5.10.

Таблица 5.10– Основные технико-экономические показатели проекта

Показатели	Численные значения
Количество абонентов, чел	2700
Капитальные затраты, руб.	24513490
Ежегодные эксплуатационные расходы, руб. в том числе:	6912276
Расходы на оплату производственной электроэнергии	145766
Расходы на материалы, запасные части и текущий ремонт	624050
Фонд оплаты труда	3088800
Страховые взносы	926640
Амортизационные отчисления	891500
Доход в месяц, руб.	3907500
Внутренняя норма доходности (IRR)	79,77
Индекс рентабельности (PI)	1,68
Срок окупаемости, год	3 года и 1 месяц

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

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одно из основных преимуществ перехода на сеть объединения заключается в том, что устанавливать и контролировать нужно лишь одну физическую сеть. Это позволяет значительно сэкономить на установке и управлении отдельными сетями для передачи голоса, видео и других данных. Подобное сетевое решение включает в себя управление ИТ-инфраструктурой, таким образом, любые действия, добавления и изменения осуществляются через интуитивный интерфейс управления. В данной выпускной квалификационной работе разработан подход к созданию мультисервисной сети абонентского доступа для микрорайона «Боссе» города Донецк. Реализация данного проекта позволит:

- создать гибкую и масштабируемую сетевую инфраструктуру;
- обеспечить высокий уровень качества предоставляемых услуг;
- обеспечить абонентам сети широкий спектр услуг Triple-Play;
- обеспечить безопасность передаваемых в сети данных;
- обеспечить надежность и отказоустойчивость разработанных систем;
- обеспечить окупаемость проекта в рамках рассчитанных сроков;
- соблюдение пожарной и экологической безопасности проекта;
- соблюдение трудового законодательства на объектах связи.

В качестве основного поставщика оборудования выбрана компания Искрател и мультисервисный узел абонентского доступа SI3000 Lumia, в качестве поставщика оптического кабеля компания Инкаб.

При расчете экономических показателей, было рассчитаны капитальные вложения в проект, которые составляют 24513490 рублей. Установленные тарифы на услуги связи позволят получить тарифный доход 3907500 рублей в месяц. Срок окупаемости проекта составит 3 года и 1 месяц, данный показатель полностью отвечает к требованиям последних лет по окупаемости сети.

						Лист
					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Город Донецк [Электронный ресурс] // Википедия свободная энциклопедия / Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Донецк> (Дата обращения 10.05.18)
2. ГПС Углетелеком [Электронный ресурс] // Предприятие связи Углетелеком основная страница / Режим доступа: <https://углетелеком.рус> (Дата обращения 09.05.18)
3. Шереметьев А., Мультисервисные сети. // «Компьютер пресс». – 2011. - №2.
4. Пинчук, А.В. Соколов, Н.А. Triple-Play Services: аспекты реализации / А.В. Пинчук, Н.А. Соколов // Вестник связи. – 2005. - №6.
5. Решения Искрател [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании Искрател / Режим доступа: <http://iskratel.com/soulution/> (Дата обращения 10.05.18)
6. Интернет на скорость до 100 Мбит/с с помощью xDSL [Электронный ресурс] // Официальный сайт журнала Чип / Режим доступа: <http://ichip.ru/dsl-na-skorosti-100-mbits.html> (Дата обращения 11.03.18)
7. Прокопенко, С. Triple Play: игра со многими неизвестными / С. Прокопенко // Экспресс – электроника. – 2005. - №6
8. Гольшко, А. Triple Play: технология создает новую реальность / А. Гольшко // Connect!. – 2006. –М.: Лесной.
9. Петрив Р.Б. Перспективы развития мультисервисных сетей в России / Р.Б. Петрив // Вестник связи. – 2002. - №9.
10. Международнй стандарт IEEE Standarts 802.3: Ethernet [Электронный ресурс] // IEEE Standars download page E.: URL: <http://standards.ieee.org/about/get/802/802.3.html> (Дата обращения 06.04.18)
11. ГОСТ Р 53246-2008 Информационные технологии. Системы кабельные структурированные. Проектирование основных узлов системы.

									Лист
									66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	11070006.11.03.02.725.ПЗВКР				

Общие требования [Электронный ресурс] // Каталог ГОСТ / Режим доступа:

12. <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/48148/> (Дата обращения 05.04.18)

13. ГОСТ Р 53245-2008 Информационные технологии. Системы кабельные структурированные. Монтаж основных узлов системы. Методы испытания [Электронный ресурс] // Каталог ГОСТ Режим доступа: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/48147/> (Дата обращения 05.04.18)

14. ГОСТ 21.406-88 Система проектной документации для строительства. Проводные средства связи. Обозначения условные графические на схемах и планах [Электронный ресурс] // Каталог ГОСТ / Режим доступа: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/19553/> (Дата обращения 05.04.18)

15. СН 512-78 Инструкция по проектированию зданий и помещений для электронно-вычислительных машин, редакция №2 [Электронный ресурс] // Каталог ГОСТ / Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901707386/> (Дата обращения 15.04.18)

16. Руководящий технический материал «Принципы построения мультисервисных местных сетей электросвязи». – ФГУП ЦНИИС, 2005. - версия 2.0.

17. Группа компаний «Полюс-С» [Электронный ресурс] // Официальный сайт группы компаний «Полюс-С» / Режим доступа: www.pole-s.ru (Дата обращения 11.05.18)

18. Гроднев И.И., Верник С.М. Линии связи. [текст] – М.: Радио и связь, 1988. – 542 с.

19. 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.

20. Гроднев, И.И. Волоконно-оптические линии связи: Учеб. пособие для вузов/ И.И. Гроднев. – М.: Радио и связь, 1990. – 224 с.: ил.

						Лист
					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

21. Правила по охране труда при работах на кабельных линиях связи и проводного вещания (радиофикации). ПОТ РО – 45 – 005 – 95, Москва, 1996.

22. Руководящий технический материал «Принципы обеспечения безопасности на объектах связи». – ФГУП ЦНИИС, 2010.- 145 с.

23. Сетевое оборудование оптом [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании NAG Режим доступа: [www. shop.nag.ru/price](http://www.shop.nag.ru/price) (Дата обращения 10.06.18)

24. Инкаб Кабель. Оптические кабели связи [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании ИНКАБ / Режим доступа: <http://www.incab/catalog.pdf> (Дата обращения 10.06.18)

25. Характеристики оборудования фирмы Искрател [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании Искрател Режим доступа: <http://iskratel.com/ru/equipemnt> (Дата обращения 10.05.18)

26. Монтаж-линия [Электронный ресурс] // Каталог услуг Режим доступа: <http://roitl.com/part/5/montazh.html> (Дата обращения 10.05.18)

						Лист
					11070006.11.03.02.725.ПЗВКР	68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		