

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 ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ СЕТИ
АБОНЕНТСКОГО ДОСТУПА В МИКРОРАЙОНЕ СПОРТИВНЫЙ
Г. СЕРПУХОВ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Выпускная квалификационная работа студента

очной формы обучения

направления подготовки 11.03.02

Инфокоммуникационные технологии и системы связи

4 курса группы 07001208

Бойко Антона Николаевича

Руководитель
ассистент кафедры
информационно-телекоммуникационных
систем и технологий НИУ «БелГУ»
Бабаринов С.Л.

Рецензент
кандидат технических наук,
старший преподаватель кафедры
информационных систем управления
систем и технологий НИУ «БелГУ»
Жихарев А.Г.

БЕЛГОРОД 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБЪЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ	6
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 СПОРТИВНЫЙ	27
3.1 Реализации технологии VDSL2 на базе оптической распределительной сети FTTC	27
3.2 Проектирование схемы линейно-кабельных сооружений	30
3.3 Выбор оборудования	33
3.4 Построение схемы организации связи	36
3.5 Охрана труда, техника безопасности и экологическая безопасность проекта	39
4 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТРАФИКА ПРОЕКТИРУЕМОЙ СЕТИ	41
4.1 Оценка необходимой полосы пропускания для услуг	41
4.2 Трафик IP-телефонии	43
4.3 Трафик IP TVHD	44
4.4 Трафик передачи данных	47
4.5 Оценка требуемой полосы пропускания	49
5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЯТЫХ РЕШЕНИЙ	51

					<i>11070006.11.03.02.180.ПЗВКР</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разработал	Бойко А.Н.				Проектирование высокоскоростной сети абонентского доступа в микрорайоне Спортивный г. Серпухов Московской области	Лит.	Лист	Листов
Проверил	Бабаринов С.Л.						2	66
Рецензент	Жихарев А.Г.					<i>НИУ «БелГУ» гр. 07001208</i>		
Н. Контроль	Бабаринов С.Л.							
Утвердил	Жилияков Е.Г.							

5.1 Расчет эксплуатационных расходов	53
5.2 Расчёт предполагаемой прибыли	56
5.3 Определение оценочных показателей проекта	58
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	63
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	65

						Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	

ВВЕДЕНИЕ

Развитие информационных технологий в последние годы привело к росту спроса и расширению спектра телекоммуникационных услуг. Растет число компаний, предоставляющий доступ на так называемой “последней миле” – участке доступа абонентов, как правило, жилого сектора с помощью технологий FTTx, xDSL, Wi-Fi, WiMAX, PLC.

Повышение спроса на такие телекоммуникационные услуги как: высокоскоростной доступ в Интернет, цифровое телевидение, видео по запросу и цифровая телефония заставляет операторов переходить на мультисервисную структуру сети, которая позволила бы передавать разнородные виды трафика (речь, видео, данные) 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 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 Спортивный наблюдается повышенный спрос на инфокоммуникационные услуги, которые не может быть удовлетворен в виду отсутствия соответствующей сетевой инфраструктуры.

Актуальность данной выпускной квалификационной работы обусловлена необходимостью использования современных сетевых технологий для удовлетворения спроса инфокоммуникационного характера жителей микрорайона Спортивный г. Серпухов Московской области, что позволит

					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

получить доход за счет предоставления широкого спектра услуг на базе современной эффективной сетевой инфраструктуре.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка проекта мультисервисной сети связи, которая будет способна удовлетворять спрос на услуги связи (высокоскоростной доступ в Интернет, VoIP, цифровое IP-TV) в микрорайоне Спортивный г. Серпухов. Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- Проанализировать существующую инфраструктуру микрорайона Спортивный города Серпухов и разработать комплекс требований к построению высокоскоростной сети абонентского доступа;
- Осуществить выбор варианта реализации сети связи, с выбором производителя оборудования, типов оборудования и среды распространения сигнала;
- Проработать структурированную кабельную систему и план линейно-кабельных сооружений;
- Рассчитать нагрузку на оборудование и каналы связи;
- Составить смету на необходимое оборудование и кабели связи;
- Выработать рекомендации по проектированию сети.

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

						Лист
					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ЭКСПЛИКАЦИЯ ОБЪЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Сёрпухов — город в России, административный центр Серпуховского района Московской области. Расположен на реке Наре, в 99 км от центра Москвы и 73 км от МКАД.

Население — 126 586 чел. (2016). Площадь города составляет 32,1 км², а площадь городского округа — 37,5 квадратных километров. Город является центром Серпуховской городской агломерации населением свыше 260 тысяч жителей. В XIV и начале XV века служил столицей удельного княжества. Выделен в самостоятельную административно-хозяйственную единицу с непосредственным подчинением исполкому облсовета 14 сентября 1939 года.

Серпухов расположен в южной части Московской области. Город и прилегающий к нему район находится на границе трёх физико-географических провинций. Север района, расположенный на левом берегу Оки относится к Москворецко-Окской равнине, которая на северо-западе переходит в склоны Смоленско-Московской возвышенности, на северо-востоке — в Подмосковную Мещёру, а на юге ограничена долиной Оки. Западная часть района, включающая бассейн Нары, где находится Серпухов, относится к Смоленской провинции. Южная часть, занимающая северные склоны Среднерусской возвышенности, — к Заокской провинции. [Wiki]

Климат умеренно-континентальный. Условия определяются влиянием переноса воздушных масс западных и юго-западных циклонов, выноса арктического воздуха с севера и трансформацией воздушных масс разного происхождения. Следствием воздействия воздушных масс с Атлантического океана является вероятность зимних оттепелей и сырых прохладных периодов в летнее время. Влияние арктических холодных масс сказывается в виде сильных похолоданий в зимние месяцы и в виде «возврата холодов» в весенне-летний период, при которых происходит понижение температуры вплоть до заморозков на почве.

						Лист
					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Среднегодовая температура воздуха + 5,3 °С. Самый холодный месяц года — январь: среднее значение температуры −9,4° С. Абсолютный минимум температуры воздуха зафиксирован в 1987 году: −33,9° С. Самый тёплый месяц — июль со средней температурой +18,5° С. Абсолютный максимум температуры зафиксирован 6 августа 2010 года: +39,4° С. Дни с заморозками регистрируются даже летом, за исключением июля и августа. Переход суточной температуры через 0 °С весной происходит в период с 4 апреля, осенью — с 7 ноября. Средняя продолжительность тёплого периода — со среднесуточной температурой выше 0 °С 216 дней в году. [Wiki]

На рисунке 1.1, представлена схема города Серпухов, для жителей которого будет выполняться построение мультисервисной сети.

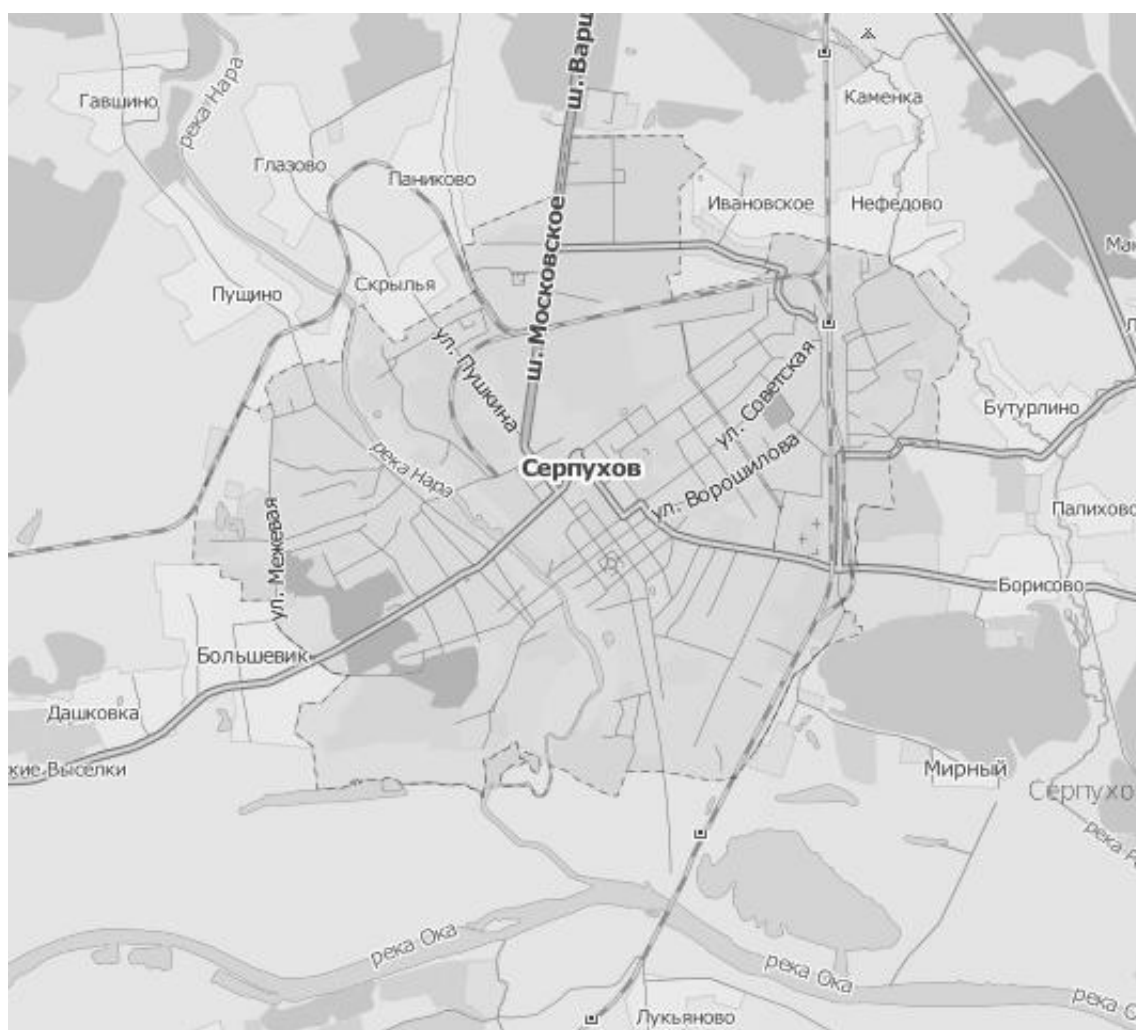


Рисунок 1.1 - Схема города Серпухов Московской области

В данной выпускной квалификационной работе рассматривается микрорайон Спортивный, данный микрорайон является микрорайоном малоэтажной (3-5 этажа) застройки. В домах обновлена внутридомовая проводка, в том числе старая телефонная проводка заменена на кабель категории STP 3, что позволяет снизить расходы на внедрение структурированной кабельной сети. Жилой сектор расположен на севере города. Количество активных абонентов, планируемых оператором для обслуживания высокоскоростной сетью абонентского доступа, составляет 1300 штук.

На данной момент не существует возможности подключения к провайдерам широкополосного доступа в виду отсутствия инфраструктуры.

Мобильная связь в жилом секторе представлена стандартом GSM-900/1800 и передача данных возможна по технологии GPRS/EDGE и 3G, и 4G т.к. микрорайон находится в зоне радиопокрытия пяти мобильных операторов МТС, Билайн, Теле2 и Мегафон, а также Yota. [CovLink]

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 удовлетворяют требованиям абонентов, которые проживают в данном микрорайоне. Поэтому целесообразно предложить решение по реализации сети высокоскоростного абонентского доступа в жилом секторе микрорайона Спортивный г. Серпухов.

Операторы проводного доступа достаточно широко представлены на рынке г. Серпухов: 1) Билайн, 2) Вайфаер, 3) Домолинк, 4) Исток, 5) Кредо-Телеком, 6) Мегафон, 7) Приор-линк, 8) Радуга-телеком, 9) Юг-телеком, 10) Фреш лайн и другие. Средняя стоимость месячной абонентской платы за телекоммуникационные услуги составляет 900 рублей (Цифровое ТВ 70 каналов, доступ в интернет на скорости до 30 Мбит/с).

						Лист
					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Среди услуг, будут востребованы в данном микрорайоне: высокоскоростной доступ в Интернет, цифровая телефония, видео по запросу, цифровое телевидение. Уровень проникновения услуг составит 65% (Средний показатель для Московской области). [Link] Таким образом, необходимо организовать сетевую инфраструктуру, которая будет отвечать запросам абонентов данного жилого сектора и позволит оператору предоставить конкурентоспособные и окупаемые услуги.

Основной телекоммуникационный оператор в г. Серпухов – Серпуховской филиал ПАО «МГТС». На данный момент Серпуховской филиал ПАО «МГТС» в г. Серпухов предоставляет следующие услуги:

1. Стационарная аналоговая телефония;
2. Телефония по сетям передачи данных: VoIP;
3. Цифровое интерактивное телевидение (80 каналов),
4. Высокоскоростной доступ в Интернет до 40 Мбит/с.



Рисунок 1.2 – Схема телефонно-кабельной канализации микрорайона Спортивный город Серпухов

Стратегическими направлениями развития компании является совершенствование и продвижение услуг на базе мультисервисных сетей связи, формирование пакетов услуг и тарифов, дифференцированных для различных категорий пользователей, развитие межрегиональных и транспортных сетей связи. Планируется введение услуг высокоскоростного доступа в районы города Серпухов, не охваченные оператором. [\[link\]](#)

На территории микрорайона (рисунок 1.2) имеется телефонно-кабельная канализация, которая имеет выход на ТКК г. Серпухов, принадлежащую и обслуживаемую Серпуховским филиалом ПАО «МГТС», который будет осуществлять строительство сети связи в данном микрорайоне.

Вывод к разделу:

В данной главе была проведена экспликация объекта, для которого выполняется проектирование мультисервисной сети высокоскоростного 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 кабелем STP 3;
- 2) Наличие на объекте проектирования телефонно-кабельной канализации, пригодной для прокладки оптического кабеля;
- 3) Наличие 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.

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.

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 обзоре. Одним из наиболее характерных аспектов является то, как производитель накладывает абстрактную функциональную архитектуру IMS на физическое оборудование: 1) IMS- решение с нуля, 2) эволюция из SoftSwitch.

Кроме того, вендоры 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.

Сеть на базе IMS является полноценной NGN- инфраструктурой, потому воспользоваться всеми преимуществами можно лишь путем полной

						Лист
					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

модернизации сети . Скорее всего, именно из - за этого концепция IMS до сих пор не имеет широкой реализации. [7,8]

Далее кратко опишем основные решения вендоров 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 Server, 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 Server 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 соответствует полноценной реализации всего ядра IMS и занимает нишу сервисной платформы. [8]

						Лист
					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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 SoftSwitch-решения, доработанного до соответствия аналогичным функциям в IMS. Cisco PGW 2200 / BTS 10200 SoftSwitch 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 не IMS ориентированных услуг там, где это возможно, или их сохранение, если они уже реализованы у оператора. Вероятно, с этим связано отсутствие

						Лист
					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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.

Ядро решения (Core) включает функциональность управления сессиями , управления профилями и обработку медиа - данных . Session Control возложен

					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

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 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 – SoftSwitch, 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 SoftSwitch и сервисной платформы MetaSphere SDP (CA9020 PSTN Feature Server, 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 SoftSwitch 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 SoftSwitch и полностью соответствующее стандартам 3GPP, 3GPP2 и OMA . Ключевым элементом архитектуры Motorola IMS является Motorola IMS Control Server. Это модульная сервисная платформа , на базе которой реализуется функциональность CSCF, HSS и частично сервера обработки медиа - потоков и медиа - шлюза . Послуживший основой решения Motorola SoftSwitch выполняет функции MGPF и MGCF, а также HLR.

					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

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 . Нам остается лишь напомнить , что решение Siemens называлось IMS@vantage. На его базе возможна реализация всех базовых услуг IMS, и оно полностью соответствовало рекомендациям 3GPP. Ядром решения Nokia являлись два сервера – Nokia Connection Processing Server (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

					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

Application Server 5200 (прежнее название – Multimedia Communication Server 5200) выполняет функции управления различными услугами: телефонии , видеотелефонии, персональной мобильности и др. Совместно с Nortel 5200 может работать Nortel Application Server 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. [8,9]

Решение консорциума Open Source IMS Core System (OSIMS).

Данное решение не является коммерческим , но авторам показалось интересным упомянуть его в обзоре. Немецкий Fraunhofer Institute FOKUS ведет разработку ядра IMS с открытым исходным кодом FOKUS Open Source IMS Core. Центральными элементами архитектуры являются Open IMS CSCFs (Proxy, Interrogating, и Serving), которые были разработаны в виде расширений для SIP- сервера с открытым кодом SIP Express Router (SER), и разработанный на Java сервер FOKUS Home Subscriber Server (FHoSS). [9,10]

Решение компании Samsung (Южная Корея).

Samsung IMS- решение компании Samsung соответствует стандартам 3GPP и 3GPP2. IMS Server, 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 SoftSwitch четвертого класса. Физически устройства IMS MGC и IMS Server 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 Server (логика управления услугами) и IMX

					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Multimedia Application Platform (web- ориентированная среда разработки мультимедийных услуг). Возможность добавления в решение дополнительных серверов приложений подкреплена проектом [9,10]

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

Устройства, входящие в состав уровня управления сессиями связи , являются ядром IMS- сети . HSX Home Subscriber Server – 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 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 SoftSwitch- 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. [10]

						Лист
					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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 SoftSwitch-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). Платформа SEP реализована на базе ZXUP 10. [11]

Решение компании Iskratel (Словения).

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

						Лист
					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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. [4]

2.2 Анализ вариантов развертывания оптической сети

Характер развития сетей связи диктует необходимость разработки новых технологий сооружения проводных линий передачи. Основные требования - простота проектирования, быстрота и экономичность строительства, высокая пропускная способность, надежность. Этим требованиям отвечает и представляет интерес для специалистов технология сооружения волоконно-оптических линий связи (ВОЛС).

Основным элементом современных линий связи являются волоконно-оптические волокна. 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

					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

практически бесконечной полосой пропускания, высокой спектральной эффективностью и значительная длина участка без усиления и регенерации сигнала.

Достижения в области технологии позволяют создать оптическое волокно с требуемыми параметрами: профиль распределения показателя преломления, диаметр поля моды, механическая прочность и коэффициент старения.

Инновационная технология оптических волокон взаимодействуют с инновационными системами оптических технологий передачи. Это позволяет для передачи двух ортогональных мод с одновременной автоматической компенсацией и хроматической и поляризационной модовой дисперсии. Это исключает использование компенсаторов дисперсии, уменьшить расстояние между оптическим носителем, увеличивает длину усилительной секции, регенератор секции длиной увеличивается до 3000 км, можно применять эффективные методы квадратурной модуляции. Использование когерентного излучения гарантирует, что требования к соотношению оптического сигнала / шум уменьшается по меньшей мере на 4 дБ. Использование предварительной коррекции FEC сигнала может увеличить отношение сигнал / шум на 6 дБ.

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 (квартиры или отдельного коттеджа).

						Лист
					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

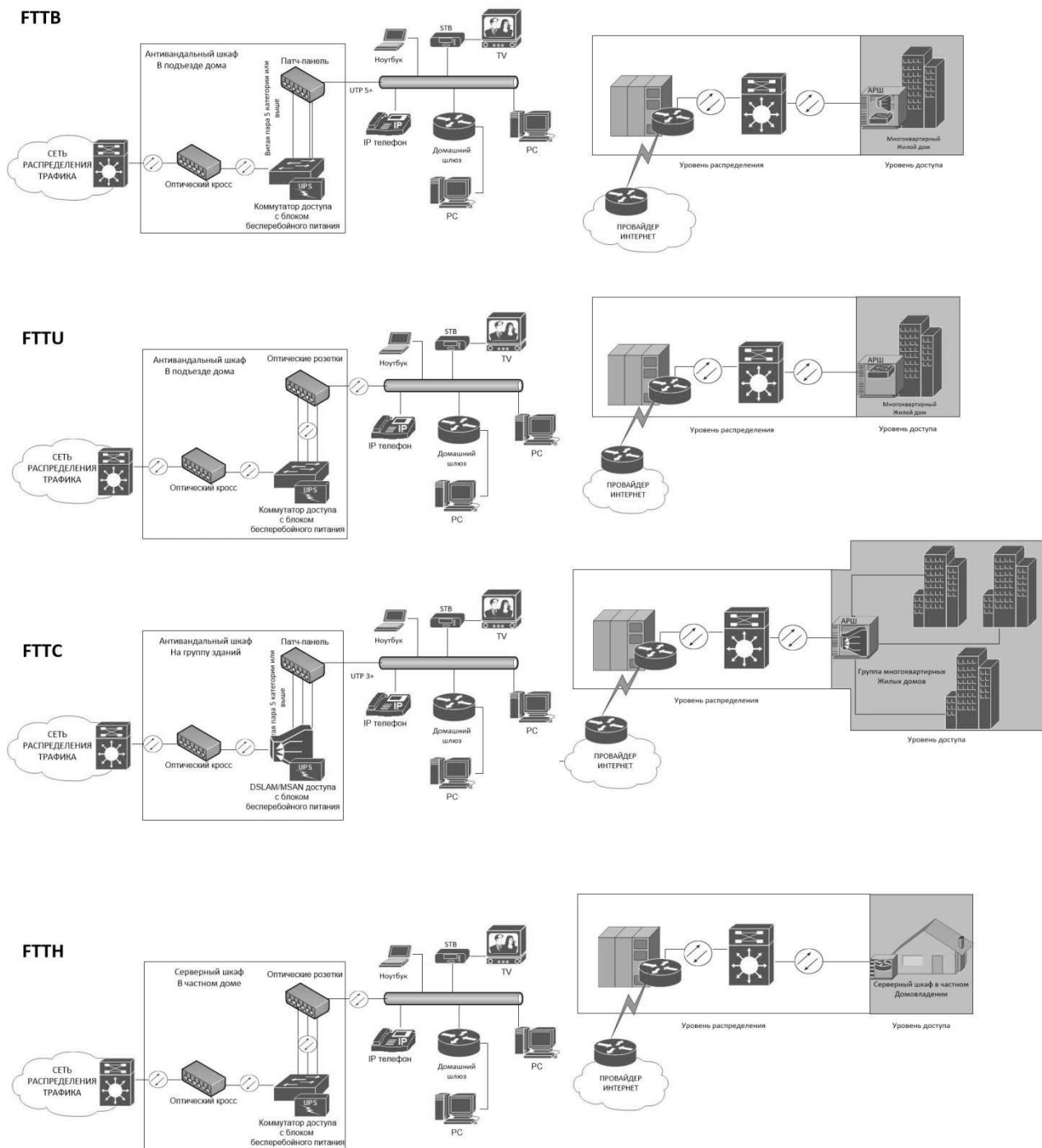


Рисунок 2.1 – Варианты реализации технологий группы FTTH

Исторически первыми появились решения FTTH и FTTC. На сегодняшний день FTTH 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. [12,13]

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. [7]

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

xDSL (англ. 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 линии на основе современных достижений микроэлектроники и методов цифровой обработки сигнала. [16]

В аббревиатуре xDSL символ «x» используется для обозначения первого символа в названии конкретной технологии, а DSL обозначает цифровую абонентскую линию DSL (англ. Digital Subscriber Line — цифровая абонентская линия; также есть другой вариант названия — Digital Subscriber Loop — цифровой абонентский шлейф). 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.

Вывод к разделу:

Принимая во внимание наличие в зданиях объекта телефонной проводки, выполненной кабелем категории STP3, целесообразным является применение технологии VDSL2 на базе развертываемой в микрорайоне FTTC сети. Данное решение обеспечит построение инфраструктуры, которая позволит предоставлять абонентам микрорайона Спортивный качественные услуги связи по конкурентной стоимости. Проектируемая сеть доступа будет способна поддерживать широкий спектр мультисервисных услуг, а также иметь возможности к масштабируемости. Концептуальная схема разрабатываемой сети изображена на рисунке 2.2.

В следующей главе, необходимо произвести анализ и выбор оборудования, кабелей связи и программного обеспечения, а также разработать все необходимые схемные решения и проектную документацию.

					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

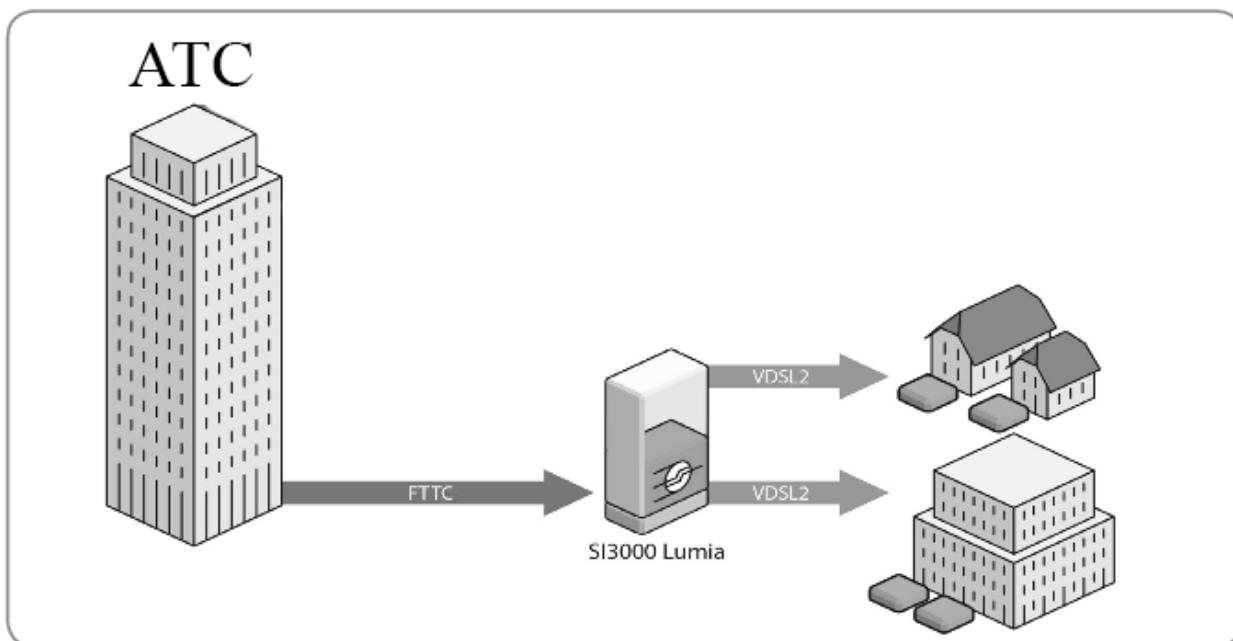


Рисунок 2.2– Предлагаемая концепция реконструкции сети связи

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕТИ АБОНЕНТСКОГО ДОСТУПА В МИКРОРАЙОНЕ СПОРТИВНЫЙ

Проектом предлагается для организации абонентского доступа в микрорайоне Спортивный г. Серпухов применить технологию FTTC и VDSL2 для построения сети абонентского доступа. FTTC – технология широкополосного доступа, при которой оптическое волокно доходит до шкафа, которому подключаются абоненты группы зданий (шкаф с оборудованием MSAN устанавливается рядом с распределительным шкафом (РШ) телефонной сети и обслуживает в основном здания в зоне действия РШ).

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

В выпускной квалификационной работе разработано решение по гибриднему доступу "оптоволокну-медь". Это решение отвечает всем технико-экономическим требованиям.

3.1 Реализации технологии VDSL2 на базе оптической распределительной сети FTTC

Высокоскоростное подключение VDSL2 обеспечивает скорость передачи до 50 Мбит/с в абонентском подключении на небольшом расстоянии. Таким образом, на сети внутри здания достигается пропускная способность, сопоставимая с таковой в оптических или UTP-подключениях, но при этом используется уже существующая медная проводка STP3 (полоса пропускания которой до 16 МГц). При рассмотрении полосы пропускания для технологии VDSL2 (рисунок 3.1) можно сделать вывод, что существующих полосы

						Лист
					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

пропускания существующих абонентских линий более чем достаточно.

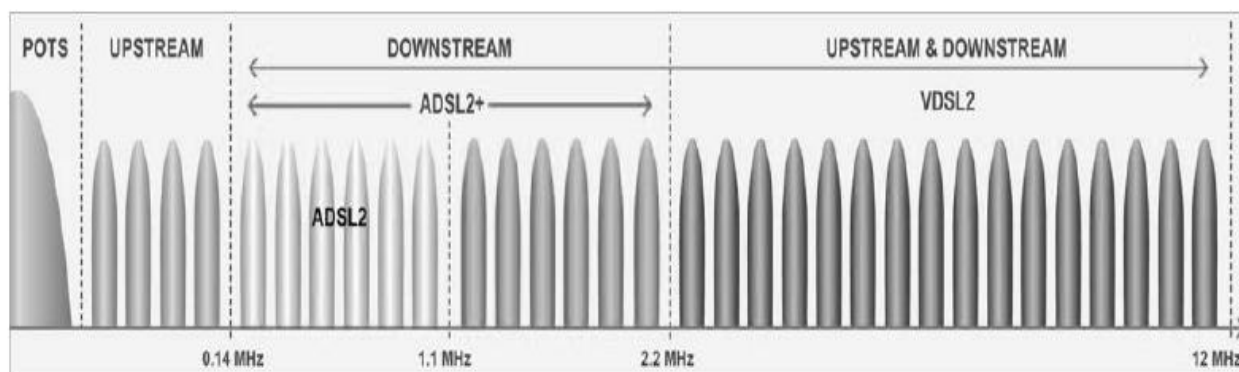


Рисунок 3.1 – Полоса пропускания для технологии VDSL2

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.

Узел доступа Iskratel SI3000 DSLAM, оборудованный платами VDSL2, обеспечивает потоковую передачу нескольких телевизионных каналов высокой четкости в абонентский порт. Иными словами, плата VDSL2 позволяет передавать минимум два телеканала высокой четкости в один порт DSL для каждого абонента, подключенного к данной плате. При этом гарантируются все необходимые параметры качества (QoS) и безопасности.

Техническое решение по гибридному доступу "FTTC/VDSL2" (рисунок 3.2) обеспечивает подключение абонентов в многоквартирных домах с применением узла SI3000 Lumia или SI3000 MSAN. [14]

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 оптоволокна до терминального оборудования конечных пользователей. Предполагается, что удаленные DSLAM будут поддерживать функционирование в нескольких режимах с различными типами абонентов.



Рисунок 3.2 – Типовое применение технологий FTTC и VDSL2

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

1. Серверное помещение внутри станции АТС:
 - Платформа SI3000 MSAN 6U; (1 штука)
 - Медиашлюз SI3000 SMG; (1 штука)
 - Плата Ethernet коммутатора, 10G, 2 x 10GE (XFP) + 4 x GE комбинированных порта (SFP или RJ45); (2 штуки)
 - Плата GE P2P Fiber (SFH) платформы SI3000 MSAN; (4 штуки)
 - Система обеспечения бесперебойного питания MPS 1000.250 (1 штука)
2. Удаленный вынос (Распределительный шкаф) 36 штук:
 - Защитный контейнер ODU-XS с интегрированной платформой SI3000 DSLAM:VDSL2 на 48 абонентских портов; (36 штук)
3. Помещение пользователей 1300 штук:
 - Домашний шлюз Innbox V45 Home Gateway (1300 шт)

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. Какой тип и категорию оптоволокна применять на данном объекте?
2. В какой среде будет происходить прокладка кабеля? (грунт, кабельная канализация, подвес и т.п.)
3. Существует ли угроза повреждения грызунами/огнем?
4. Необходимо ли повышенная устойчивость кабеля к растяжению?
5. Какое необходимое количество оптических волокон на один узел?

В связи с указанными особенностями, существуют рекомендации по применению различных типов волокон в зависимости от длины сегмента и используемого приложения. Например, для Gigabit Ethernet, при длине сегмента до 550 м можно использовать многомодовый кабель, а до 2 км и выше – одномодовый. Для 10 Gigabit Ethernet 10GBase_SR/SW при длине сегмента до 300 м можно использовать многомодовый кабель категории OM3, свыше 300 метров – одномодовый кабель. [17]

Необходимый кабель для прокладки:

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;

						Лист
					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

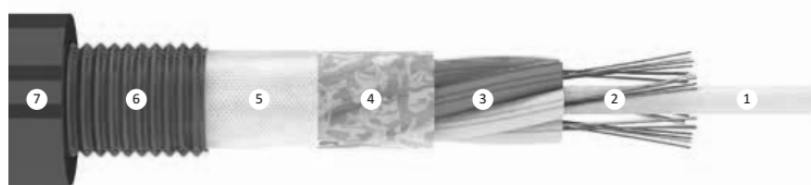
3. Тип оболочки – полиэтилен, полиэтилены средней и высокой плотности обладают повышенной стойкостью к неблагоприятным воздействиям окружающей среды, необходимой гибкостью при монтаже при отрицательных температурах, отличной стойкостью к воздействию ультрафиолетового излучения.

4. Тип волокна - одномодовое категории У.

5. Количество оптических волокон на 1 из 36 узлов доступа составляет 2 шт., таким образом, необходимое число волокон составляет 72 . Один оптический кабель может не более 32 оптических волокон, для удобства распайки кабеля желательно использовать не более 24 волокон. Три кабеля по 24 оптических волокна, в свою очередь, обеспечат необходимое количество каналов для подключения узлов доступа.

Таким образом, для подключения узлов доступа DSLAM к узлам агрегации трафика MSAN, выбран кабель компании Инкаб марки ДОЛ-П-24У (3x8) 2.7 кН (2 км), ДОЛ-П-4У (1x4) 2.7 кН (4 км). Конструкция кабеля представлена на рисунке 3.3. Организация каналов в сторону вышестоящих провайдеров не рассматривается в данной главе, в виду планируемой аренды этих каналов.

ДОЛ



КОНСТРУКЦИЯ:

1. Центральный силовой элемент (ЦСЭ) — стеклопластиковый диэлектрический стержень.
2. Оптическое волокно.
3. Оптический модуль из ПБТ, заполненный гидрофобным гелем.
4. Межмодульный гидрофобный гель.
5. Водоблокирующая лента.
6. Броня из стальной гофрированной ленты.
7. Оболочка из полимерного материала.



Броня — отличная защита от грызунов



Уменьшенный вес и размер



Экономичная конструкция

Рисунок 3.3– Конструкция кабеля ДОЛ-П

Разработанная схема линейно-кабельных сооружений представлена на рисунке 3.4.

					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

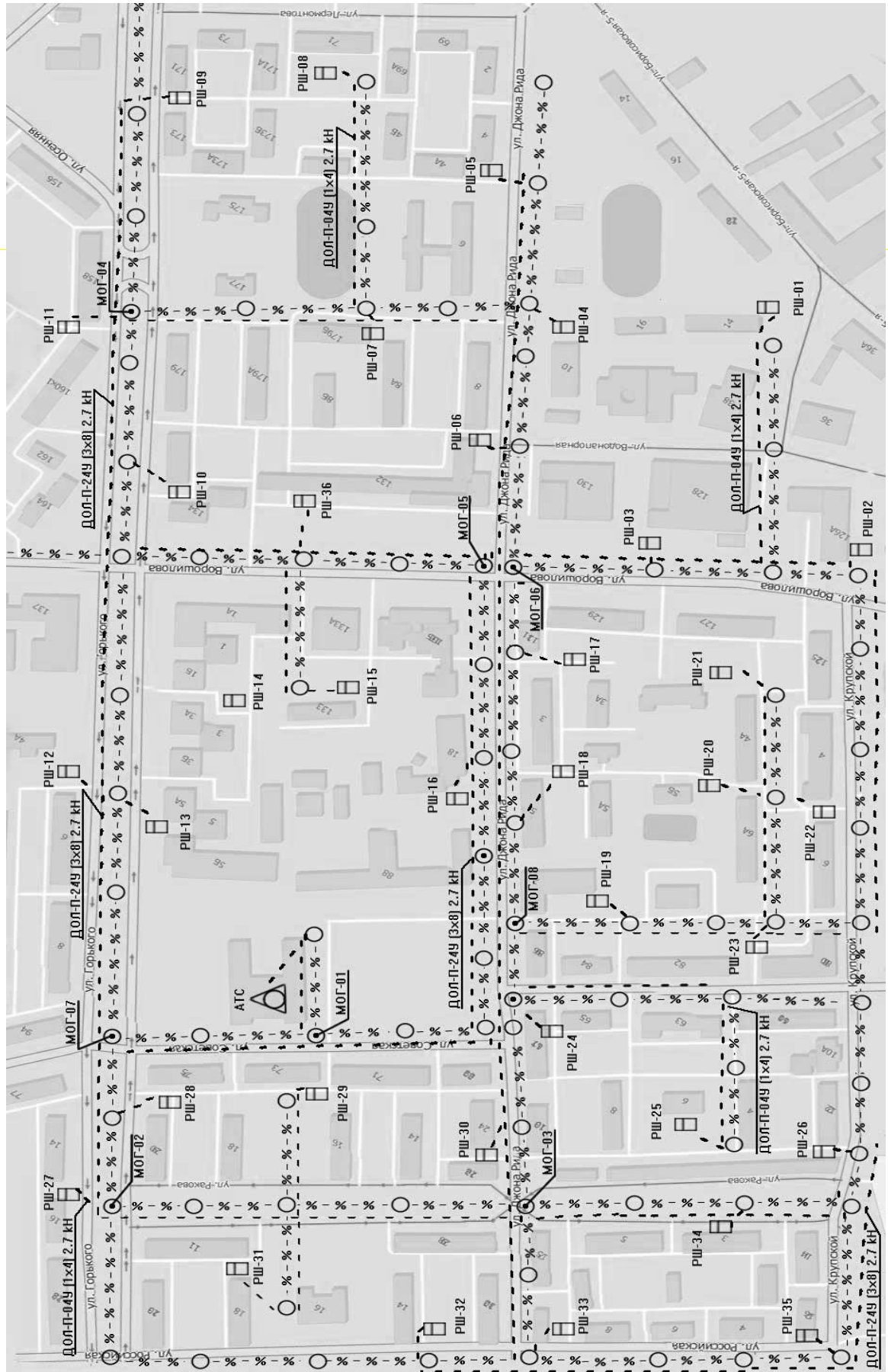


Рисунок 3.4— Схема прокладки оптического кабеля до распределительных шкафов

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.180.ПЗВКР

3.3 Выбор оборудования

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

1. SI3000 MSAN - 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.

Плата Ethernet коммутатора (IDJ) - это центральная плата для узла SI3000 MSAN. Имея два 10GE и четыре GE комбинированных (SFP или RJ45) модульных сетевых интерфейса, он является перспективной платформой

					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

коммутации и агрегации операторского класса для плат MSAN и других внешних сетевых элементов с расширенной функциональностью.

Он обеспечивает очень широкую полосу пропускания и гибкость при построении различных сетевых топологий с общей пропускной способностью в 86 Гбит/сек. 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.

Для бизнес-клиентов плата VDSL2 соответствует стандартам MEF E-Line и E-LAN .

Основные характеристики: 1) универсальные порты GE/FE обеспечивают экономичное использование; 2) функция осведомленности о потоке трафика; 3) надежная защита; 4) многоадресная передача (поддержка нескольких потоков HDTV для одного абонента); 5) двойное VLAN-тегирование, функция Selective Q-in-Q; 6) Диагностика оптической линии. [21]

2. Система обеспечения электропитания MPS 1000.250.

Защитные контейнеры, применяемые в технических решениях по доступу на основе FTTC и FTTB, получают местное или дистанционное питание от системы Iskratel MPS (Modular Power Supply; Модульная система электропитания). Возможность выбора местного или дистанционного питания обеспечивает бесперебойную и централизованно управляемую подачу питания для центральной станции (СО) и удаленных сетевых элементов доступа.

Дистанционное энергоснабжение – это особая концепция распределения питания по существующим медным телефонным парам от центральной станции к удаленным объектам.

					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Такой подход сокращает расходы на монтаж и эксплуатацию, тем самым ускоряя реализацию проекта без необходимости получения разрешений от энергетической компании. Резервные батареи поддерживают работу системы в случае отказа питания на центральной станции.

MPS1000.250.– это система бесперебойного питания, предназначенная для энергоснабжения телекоммуникационных систем с напряжением -48 V и силой тока до 16.8 A, в зависимости от количества установленных DC/DC-конвертеров и сопротивления медной пары.

Блок распределения постоянного тока позволяет подключать нагрузку через два автоматических реле с номинальным током 20 A и два плавких предохранителя с номинальным током 6.3 A.

Блок локального управления контролирует систему энергоснабжения с опцией мониторинга окружающей среды и дистанционного управления

Платформа SI3000 MSAN обеспечивает простую и эффективную миграцию от существующих сетей к новым сетям на основе IP. SI3000 MSAN управляется через централизованную Систему управления сетью. [21]

3. Защитный контейнер ODU-XS – 36 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

						Лист
					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

инвестиции в новую оптоволоконную инфраструктуру "последней мили".
[21]

4. Домашний шлюз-модем Innbox V45 Home Gateway. Данный VDSL2 модем поддерживает технологию VDSL2, что означает получение очень высокой скорости доступа к Интернету по телефонной цифровой линии. Данное устройство применяется как оборудование для прямого доступа в Интернет или как сервер для подключения коммутатора Ethernet. На корпусе модема есть переключатель между этими функциями. Максимальная скорость передачи данных 80 Мбит/сек, это возможно благодаря использованию стандартов Annex M, A, L. Применение Innbox V45 Home Gateway в режиме «точка-точка» возможно при подключении ПК через LAN-порт, при этом скорость соединения составит 100 Мбит/с. Встроенная технология маршрутизации не имеет функции DHCP, поэтому получение IP-адреса необходимо осуществить вручную. Для доступа к модему можно использовать утилиты Telnet или пользовательский Web-интерфейс. [21]

3.4 Построение схемы организации связи

Проанализировав преимущества и недостатки современных технологий абонентского доступа на основе FTTx, для проекта применим наиболее выгодное решение – технологию FTTC/VDSL2, схема организации сети связи разработанная в проекте представлена на рисунке 3.5.

Для жилого сектора эксплуатирующего технологию VDSL2 предусмотрен вынос модуля DSLAM в антивандальный распределительный шкаф (защитный контейнер ODU-XS) расположенный в непосредственной близости к абонентам. При этом абонентский доступ осуществляется по технологии VDSL2, DSLAM включен в существующую оптическую сеть двумя аплинками Gigabit Ethernet. Совместное использование этих технологий позволит предоставить широкий

						Лист
					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

набор сервисов и услуг, на оптимальных скоростях (определенных в требованиях QoS, ULA). Общее количество защитных контейнеров ODU-XS – 36 шт., оборудование, установленное в них: DSLAM с 48 портовой платой VDSL2. [19]

Центральный узел сети располагается в серверном помещении здания АТС. Ядром сети является 10U SI 3000 MSAN. Данный узел выполняет функции агрегации трафика, а также выходы на различные медиа сервисы: ССоП; IP-TV; Интернет. Функции управления сетью организованы через функции Softswitch. 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.

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

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;
- - отсутствие необходимости прокладки дополнительных линий связи;

						Лист
					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

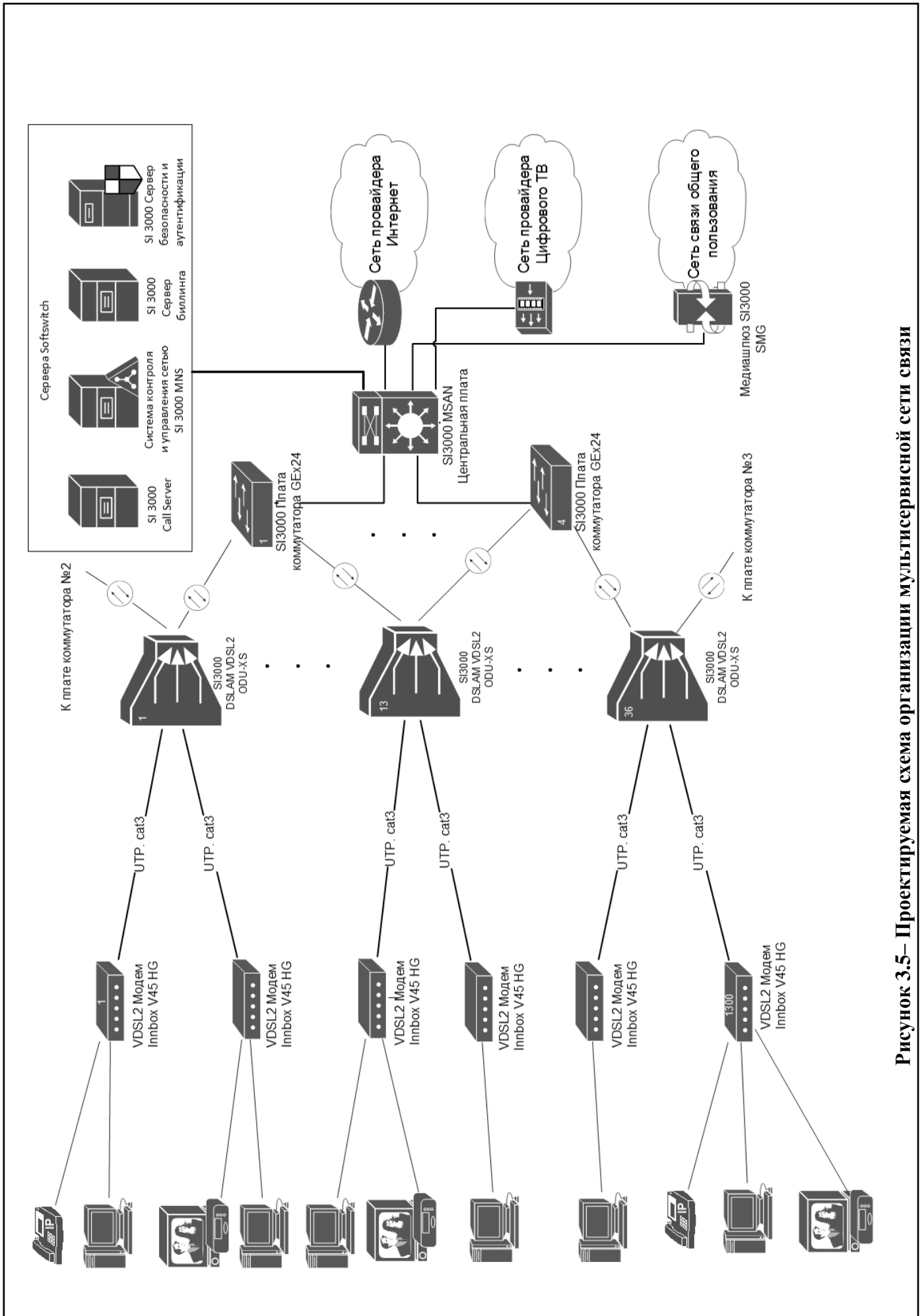


Рисунок 3.5— Проектируемая схема организации мультисервисной сети связи

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

									Лист
									39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	11070006.11.03.02.180.ПЗВКР				

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. [17,18]

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 мультимедиа.

Согласно расчету, приведенному в главе 3, услуги IP телефонии предоставляются 650 абонентам, доступ к сети Интернет 1300 абонентам, Цифровое телевидение 1040 абонентам.

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

- доступ к сети Интернет - 30 Мбит/с
- IP телефония - 30 Кбит/с
- цифровое телевидение - 10 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 Triple Play (узлы доступа)	FN	26 (48 портов)
Узлов агрегации	FNA	4 (24 порта)
2. Число абонентов сети:	NS	1300
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	70% 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	15 Мбит/с 30 Мбит/с 5 Мбит/с 10 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	100% 1,3 20% 80% 80% 80 10 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.

После того как было определено количество абонентов, пользующихся определенными услугами можно переходить непосредственно к расчету нагрузок проектируемой сети высокоскоростного абонентского доступа микрорайона «Спортивный» города Серпухов. Весь трафик, создаваемый группами абонентов (до 48 человек) будет обрабатываться на DSLAM, затем трафик будет агрегирован на четырех сетевых узлах агрегации, что, в свою очередь, и составит нагрузку на транспортную сеть микрорайона «Спортивный» города Серпухов.

Среднее число абонентов, приходящееся на один DSLAM, составляет 36 активных портов.

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, $N_{VoIP}=24$, 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 формуле (4.2.1)

$$Y_{\text{полезн}} = \frac{t_{\text{звуч.голоса}} \cdot v_{\text{кодирования}}}{8 \text{ бит} / \text{байт}}, \text{ байт}, \quad (4.2.1)$$

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 (4.2.2):

$$V_{\text{пакета}} = L_{\text{Eth}} + L_{\text{IP}} + L_{\text{UDP}} + L_{\text{RTP}} + Y_{\text{полезн}}, \text{ байт}, \quad (4.2.2)$$

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 (4.2.3):

						Лист
					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$ППр_1 = V_{\text{пакета}} \cdot 8 \frac{\text{бит}}{\text{байт}} \cdot 50 \text{ pps} \cdot \text{Кбит} / \text{с}, \quad (4.2.3)$$

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 (4.2.4):

$$ППр_{\text{WAN}} = ППр_1 \cdot N_{\text{SIP}} \cdot \text{VAD}, \text{Кбит} / \text{с}, \quad (4.2.4)$$

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)

$$ППр_{\text{WAN}} = 30 \cdot 24 \cdot 0,7 = 504 \text{Кбит} / \text{с}.$$

4.3 Трафик IP TVHD

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 (4.3.1):

$$\text{AVS} = \text{NS} / \text{FN}, \text{ аб}, \quad (4.3.1)$$

где NS – общее число абонентов (аб),

FN – количество DSLAM (шт).

$$\text{AVS} = 1040 / 36 = 29 \text{ аб}.$$

Количество абонентов на одном оптическом сетевом узле, пользующихся услугами интерактивного телевидения одновременно, определяется коэффициентом IPVS Market Penetration (4.3.2):

$$\text{IPVS Users} = \text{AVS} \cdot \text{IPVS MP} \cdot \text{IPVS AF} \cdot \text{IPVS SH}, \text{ аб}, \quad (4.3.2)$$

где IPVS MP – коэффициент проникновения услуги IP TVHD,

IPVS AF – процент абонентов, пользующихся услугами IP TVHD одновременно в ЧНН,

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

$$\text{IPVS Users} = 29 * 1 * 0,7 * 1,3 = 27 \text{ аб.}$$

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 (4.3.3):

$$\text{IPVS US} = \text{IPVS Users} * \text{IPVS UU} * \text{UUS}, \text{ потоков}, \quad (4.3.3)$$

где IPVS UU – коэффициент проникновения услуги индивидуального видео,

UUS=1 – количество абонентов, приходящихся на один видеопоток.

$$\text{IPVS US} = 27 * 0,3 * 1 = 8, \text{ потоков.}$$

Один групповой поток принимается одновременно несколькими абонентами, следовательно, количество индивидуальных потоков (4.3.4):

$$\text{IPVS MS} = \text{IPVS Users} * \text{IPVS MU}, \text{ потоков}, \quad (4.3.4)$$

где IPVS MU – количество абонентов, принимающих групповые видеопотоки.

$$\text{IPVS MS} = 27 * 0,8 = 22 \text{ потоков.}$$

Необходимо рассчитать максимальное количество видеопотоков среди доступных, которое будет использоваться абонентами, пользующимися услугами группового вещания (4.3.5)

$$\text{IPVS MSM} = \text{IPVS MA} * \text{IPVS MUM}, \text{ видеопотоков}, \quad (4.3.5)$$

где IPVS MA – количество доступных групповых видеопотоков,

IPVS MUM – процент максимального использования видеопотоков.

IPVS MSM = $80 * 0,8 = 64$, видеопотока мультикаст.

Транслирование видеопотоков в IP сети может происходить с переменной битовой скоростью. Средняя скорость одного видеопотока, принимаемого от оператора, составляет 10 Мбит/с. С учетом добавления заголовков IP пакетов и запаса на вариацию битовой скорости скорость передачи одного видеопотока составит (4.3.6):

$$IPVSB = VSB * (1 + SVBR) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с} \quad (4.3.6)$$

где VSB – скорость трансляции потока, Мбит/с,

SVBR – запас на вариацию битовой скорости.

$IPVSB = 10 * (1 + 0,2) * (1 + 0,1) = 13,2$ Мбит/с.

Для передачи одного видеопотока в IP сети в режиме индивидуального вещания необходима пропускная способность (4.3.7):

$$IPVS UNB = IPVS US * IPVSB, \text{ Мбит/с}, \quad (4.3.7)$$

где IPVS MS – количество транслируемых потоков в режиме multicast,

IPVS US – количество транслируемых потоков в режиме unicast,

IPVSB – скорость передачи одного видеопотока.

$IPVS UNB = 8 * 13,2 = 105,6$ Мбит/с.

Групповые потоки транслируются от головной станции к множеству пользователей, и общая скорость для передачи максимального числа групповых видеопотоков в ЧНН составит (4.3.8):

$$IPVS MNBM = IPVS MSM * IPVSB, \text{ Мбит/с}, \quad (4.3.8)$$

где IPVS MSM – число используемых видеопотоков среди доступных,

IPVSB – скорость передачи одного видеопотока.

$IPVS MNBM = 64 * 14,52 = 844,8$ 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 (4.3.9):

$$AB = IPVS\ MNBM + IPVS\ UNB, \text{ Мбит/с}, \quad (4.3.9)$$

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

$$AB = 105,6 + 844,8 = 905,4 \text{ Мбит/с.}$$

Итак, для предоставления услуги цифрового ТВ на одном сетевом узле необходима полоса пропускания 905,4 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 (4.4.1):

$$AS = TS * DAAF, \text{ аб}, \quad (4.4.1)$$

где TS – число абонентов на одном DSLAM (аб),

DAAF – процент абонентов, находящихся в сети в ЧНН.

$$AS = 36 * 0,7 = 26 \text{ аб.}$$

В час наибольшей нагрузки в сети находится 26 человек с одного DSLAM, охватывающего 36 абонентов.

Средняя пропускная способность для приема данных составит (4.4.2):

$$BDDA = (AS * ADBS) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с}, \quad (4.4.2)$$

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.

$$BDDA = (26*15)*(1+0,1) = 429 \text{ Мбит/с.}$$

Средняя пропускная способность для передачи данных (4.4.3):

$$BUDA = (AS*AUBS)*(1 + OHD), \text{ Мбит/с,} \quad (4.4.3)$$

где AS - количество активных абонентов (аб),

AUBS – средняя скорость передачи данных (Мбит/с),

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

$$BUDA = (26*5)*(1+0,15) = 149,5 \text{ Мбит/с.}$$

Количество абонентов, передающих или принимающих данные в течении некоторого короткого промежутка времени, определяют пиковую пропускную способность сети. Количество таких абонентов в час наибольшей нагрузки определяется коэффициентом Data Peak Activity Factor по формуле (4.4.4):

$$PS = AS*DPAF, \text{ аб,} \quad (4.4.4)$$

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

$$PS = 26*0,5 = 13 \text{ аб.}$$

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 (4.4.5):

$$BDDP = (PS*PDBS)*(1 + OHD), \text{ Мбит/с,} \quad (4.4.5)$$

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

$$BDDP = (13*30)*(1+0,1) = 429 \text{ Мбит/с.}$$

Пиковая пропускная способность для передачи данных в ЧНН (4.4.6):

$$BUDP = (PS*PUBS)*(1 + OHD), \text{ Мбит/с,} \quad (4.4.6)$$

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

						Лист
					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$BUDP = (13 \cdot 10) \cdot (1 + 0,15) = 149,5 \text{ Мбит/с.}$$

Из расчета видно, что пиковая пропускная способность для передачи данных выше средней пропускной способности. 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).

$$BDD = \text{Max} [429; 429] = 429 \text{ Мбит/с,}$$

$$BDU = \text{Max} [149,5; 149,5] = 149,5 \text{ Мбит/с.}$$

Общая пропускная способность для приема и передачи данных, необходимая для нормального функционирования оптического сетевого узла, составит (4.4.7):

$$BD = BDD + BDU, \text{ Мбит/с,} \quad (4.4.7)$$

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

$$BD = 429 + 149,5 = 578,5 \text{ Мбит/с.}$$

Итак, для передачи данных на одном сетевом узле необходима полоса пропускания 578,5 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 (4.5.1):

$$\text{ППр}_{\text{Triply play}} = \text{ППр}_{\text{WAN}} + AB + BD, \text{ Мбит/с,} \quad (4.5.1)$$

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);

$\text{ППр}_{\text{Triple play}} = 0,5 + 578,5 + 905,4 = 1484,4$ 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
					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	50
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	Платформа SI3000 MSAN 10U	1	360000	360000
2	Медиашлюз SI3000 SMG	1	87000	87000
3	Плата Искрател SI3000 GE Fiber-10	2	102000	204000
4	Плата Ethernet коммутатора SI3000 MSAN	1	87000	87000
5	Плата GE P2P Fiber (SFH) платформы SI3000 MSAN	4	142000	568000
6	Система обеспечения бесперебойного питания MPS 1000.250	1	360000	360000
7	Защитный контейнер ODU-XS с интегрированной платформой SI3000 DSLAM:VDSL2 на 48 абонентских портов	36	52000	1872000
8	Домашний шлюз Innbox V45 Home Gateway	1300	6900	8970000
9	Система биллинга Искрател SI3000 IB	1	230000	230000
10	Система контроля и управления сетью Искрател SI 3000 MNS	1	255000	255000
11	Система безопасности и аутентификации SI3000 AAA	1	278000	278000
12	Рабочая станция Meijin Intel Core i7 6700 H110 15G 256G SSD Quadro K620	2	105000	210000
ИТОГО (К)				13 481 000

Смета затрат составлена согласно следующим источникам [19,20,21].

Капитальные затраты на оборудование рассчитываются по формуле (5.1):

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

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 $K_{пр}$).

$$K_{обор} = 13481000 * (0,04 + 1 + 0,005 + 0,012 + 0,03) = 14653847 \text{ рублей.}$$

Таблица 5.2 - Смета затрат на прокладку линейно-кабельных сооружений

№	Наименование	Кол-во	Цена, руб.	Стоимость, руб.
1	Оптический кабель Инкаб марки ДОЛ-П-24У (3x8) 2.7 кН, км	2	48000	96000
2	Оптический кабель Инкаб марки ДОЛ-П-4У (1x4) 2.7 кН, км	4	54000	216000
3	Муфты оптические, шт	16	3000	48000
ИТОГО (K_v):				360000

Капитальные затраты на строительство ВОЛС [22] рассчитываются по формуле:

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

$$K_{vols} = (0,04 + 1 + 0,005 + 0,012 + 0,03) * 360000 + 6 * 150000 = 1291320 \text{ руб.}$$

Общие затраты на реализацию проекта рассчитываются по формуле:

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

$$K_{общ} = 18713367 \text{ рублей.}$$

Таким образом, общие капитальные затраты на реализацию проекта МСС составляют 18 млн. 713 тысяч 367 руб.

						Лист
					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

№	ИЗ №	Дл -л г	Кл лн
1	187,5	1	33 000
2	93,75	3	3x16500
ВЛНН (Алк		4	82500

Рекомендуемый состав линейного персонала предприятия связи приведён в таблице 5.4.

Таблица 5.4– Состав персонала по обслуживанию линейного тракта

№	ИЗ №лн	Дл -л г	Кл лн
1	187,5	1	33000
2	93,75	3	3x16500
3	93,75	2	2x16 500
ВЛННАlg		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 стационарного персонала:

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

2. ^ e y e b g _ c g h] h i _ j k h g Z e Z

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

Общий годовой фонд оплаты труда составит (5.5):

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

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

$$= h \wedge h \setminus h c \text{ @ } h l g u \wedge l j m \wedge Z \text{ k h k l Z } 88 \text{ ll u k } 800 \text{ j e m } [b e h _ g c Z$$

Страховые взносы составляют 30 % от фонда оплаты труда (2016 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 рублей.

Амортизационные отчисления на полное восстановление производственных фондов рассчитываются по формуле:

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

N_a – норма амортизационных отчислений для данного типа оборудования и линейно-кабельных сооружений составляет 5%.

$$\text{АО}_{\text{год}} = 692050 \text{ руб.}$$

Затраты на амортизационные отчисления 692 тысячи 50 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):

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

где $T = 5,2$ руб./кВт . час – тариф на электроэнергию.

$$P = 0,25 \text{ d } < l \pm f h s g h k l v \text{ h } \wedge g h c \text{ m k l Z g n h } \setminus d h l e b \text{ @ } _ k$$

$$m k l Z g 12 \setminus h d$$

									Лист
									54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	11070006.11.03.02.180.ПЗВКР				

$Z_t = q Z k h \setminus j Z [h l u \setminus] h ^ m$

$L h] ^ Z a Z l j Z l u g Z w e _ d l j h w g _ j] b x k h k l Z \setminus$

$Z_{ЭН} = 455520$ руб.

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

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

$$Z_M = ОПФ * L \quad (5.9)$$

$] ^ HIN - w l h h k g h \setminus g u _ i j h b a \setminus h ^ k l \setminus _ g g u _ \setminus e h \setminus _ K g h] y$

$L \pm d h w n n b p b _ g l a Z l j Z l \bar{g} . Z f Z l _ j b Z e u$

$< b l h] _ f Z l _ \bar{g} \bar{Z} j \bar{e} \bar{v} g u k h k l Z \setminus e y x l$

$Z_M = 654968$ руб.

$L Z d b f h [j Z a h f h [s b _ f Z l _ j b Z e v g u _ a Z l j w e _ d l j h w g _ j] b x b f Z l \bar{g} \bar{Z} j \bar{e} \bar{v} g u o a Z l j Z l$

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

$Z_{Общ} = 1110488$ руб.

Материальные затраты составили 1 миллион 870 тысяч 506 рублей.

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

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

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

Подставив значения получаем:

$Z_{пр} = 463320$ руб.

$Z_{эк} = 772200$ руб.

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

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

$Z_{прочие} = 1235520$ руб.

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

						Лист
					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Результаты расчёта годовых эксплуатационных расходов сведём в таблицу 5.5.

Таблица 5.5 – Результаты расчёта годовых эксплуатационных расходов

№	Кл	Кл
№1	3088800	44
№2	926640	13
№3	692050	10
№4	1110488	16
5. №5	1235520	18
ИТОГО (Э)	7053498	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

Название услуги	Стоимость предоставления
Подключение (включена стоимость шлюза)	7200
IP-TV, абонентская плата	500
IP-TV, пакет дополнительных каналов	100
IP-TV, видео по запросу	150
VoIP, абонентская плата	200
Реальный IP, абонентская плата	100
Родительский контроль, абонентская плата	150
Доступ в Интернет, абонентская плата	500

Стоимость услуг представлена на основании анализа цен других операторов региона, а также цен провайдера-заказчика в соседних регионах.

Таблица 5.7 – Планируемая прибыль по видам услуг

Название услуги	Абоненты	Цена	Стоимость
IP-TV, абонентская плата	1040	500	520000
IP-TV, пакет дополнительных каналов	728	100	72800
IP-TV, видео по запросу	416	150	62400
VoIP, абонентская плата	650	200	130000
Реальный IP, абонентская плата	390	100	39000
Родительский контроль, абонентская плата	650	150	97500
Доступ в Интернет, абонентская плата	1300	500	650000
ИТОГО (Pr_{month})			1571700

Сумма общей ежемесячной прибыли составляет 1 миллион 571 тысяча 700 рублей.

Сумма ежегодной прибыли рассчитывается по формуле (5.14):

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

$$Pr_{year} = 18860400 \text{ руб.}$$

Ежегодная прибыль оценивается в 18 миллионов 860 тысячи 400 рублей при полной нагрузке сети.

Сумма за подключение всех абонентов составляет 9 миллионов 100 тысяч рублей. Примем во внимание тот факт, что в первые 7 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	3640000	7544160	11184160
2	0,5	910000	9430200	10340200
3	0,6	910000	11316240	12226240
4	0,65	455000	12259260	12714260
5	0,7	455000	13202280	13657280
6	0,8	910000	15088320	15998320
7	0,85	455000	16031340	16486340
8	0,9	455000	16974360	17429360
9	0,95	455000	17917380	18372380
10	1	455000	18860400	19315400

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. Иными словами этот показатель представляет собой разность дисконтированных показателей доходов и инвестиций, рассчитывается по формуле (5.15):

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

где PV – денежный доход, рассчитываемый по формуле (5.16); IC – отток денежных средств в начале *n*-го периода, рассчитываемый по формуле (5.17).

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

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 11 % (2016).

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

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	25766865	25766865	-25766865
1	11184160	11184160	7053498	32820363	-21636203
2	10340200	20499655	7053498	39174865	-18675210
3	12226240	30422746	7053498	44899642	-14476896
4	12714260	39719303	7053498	50057099	-10337796
5	13657280	48715777	7053498	54703457	-5987680
6	15998320	58210001	7053498	58889364	-679363
7	16486340	67024272	7053498	62660452	4363819
8	17429360	75419270	7053498	66057829	9361441
9	18372380	83391532	7053498	69118528	14273004
10	19315400	90942400	7053498	71875916	19066485

Как видно из приведенных в таблице 5.9 рассчитанных значений, проект окупиться на 6 году эксплуатации, так как в конце 7 года мы имеем положительный NPV.

Точный срок окупаемости можно рассчитать по формуле (5.18):

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

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.

$$PP = 7.13 \text{ года}$$

Исходя из этого, срок окупаемости, отсчитанный от начала операционной деятельности (конец нулевого года), составляет 7 лет и 2 месяца.

Индекс рентабельности представляет собой относительный показатель, характеризующий отношение приведенных доходов приведенным на ту же дату инвестиционным расходам и рассчитывается по формуле (5.19):

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

$$PI = 67024272/62660452 = 1,07$$

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 (5.20):

$$IRR > i \quad (5.21)$$

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: $i_1=11\%$, при котором $NPV1=4363819$ руб.; $i_2=17\%$ при котором $NPV2 = -1985241$ руб.

Следовательно, расчет внутренней нормы доходности будет иметь вид:

$$IRR = 11 + \frac{4363819}{4363819 - (-232656)}(17 - 11) = 16,70\% .$$

Таким образом, внутренняя норма доходности проекта составляет 16.70%, что больше цены капитала, которая рассматривается в качестве 11%, 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	1300
Капитальные затраты, руб.	18713367
Ежегодные эксплуатационные расходы, руб. в том числе:	7053498
Расходы на оплату производственной электроэнергии	463320
Расходы на материалы, запасные части и текущий ремонт	772200
Фонд оплаты труда	3088800
Страховые взносы	926640
Амортизационные отчисления	692050
Доходы (NPV), руб.	18860400
Внутренняя норма доходности (IRR)	16,70
Индекс рентабельности (PI)	1,07
Срок окупаемости, год	7 лет и 2 месяца

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

						Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	

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 жилого комплекса «Спасский» города Мценск. 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 связи;
- обеспечить окупаемость проекта в рамках рассчитанных сроков;
- соблюдение пожарной и экологической безопасности проекта;
- соблюдение трудового законодательства на объектах в рамках данного проекта.

Проведен выбор физической среды передачи информации и выбор типа кабеля. С учетом требований надежности оборудования и системы, а также анализа способа прокладки кабеля выбраны следующие типы кабеля:

ДПОм-П-24У 3х8 6кН (4 км) – распределительный кабель;

ТПОд2-П-02У-2кН (2км) – дроп кабель;

ОМР-П-24У (1 км) – кабель внутри объектовый;

ОМР-П-02У (3 км) - кабель внутри объектовый.

					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

В качестве основного поставщика оборудования выбрана компания Российская компания QTECH.

Выбраны следующие модели коммутаторов:

Коммутатор L3 QSW-3450-28F-DC (2 шт.);

Коммутатор L2 QSW-3000-10F-DC (1 шт.);

Коммутатор L2 QSW-3300-28F-AC (21 шт.);

Абонентский шлюз доступа QFR-250-4T-W-U (346 шт.).

При расчете экономических показателей, было рассчитаны капитальные вложения в проект, которые составляют 8 323 159 рублей. Установленные тарифы на услуги связи позволят получить тарифный доход 5 662 082 рублей в год. Срок окупаемости проекта составит 5 лет и 11 месяцев, данный показатель полностью отвечает к требованиям последних лет по окупаемости сети.

						Лист
					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Википедия [Электронный ресурс] // Свободная энциклопедия Е.: URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Глазов> Дата обращения 1.02.16)
2. ТЕЛЕКОМЗА [Электронный ресурс] // Бесплатный поиск интернет-провайдера в вашем доме Е.: URL: <http://prov.telekomza.ru/providers/glazov/> Дата обращения 09.02.16)
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 Е.: URL: <http://iskratel.com/soulution/> (Дата обращения 10.06.15)
6. «Уралсвязьинформ». [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании «Уралсвязьинформ». Е.: URL: www.usi.ru (Дата обращения 11.03.16)
7. «Интернет журнал Чип». [Электронный ресурс] // Официальный сайт журнала Чир. Е.: URL: <http://ichip.ru/dsl-na-skorosti-100-mbits.html> (Дата обращения 11.03.16)
8. Прокопенко, С. Triple Play: игра со многими неизвестными / С. Прокопенко // Экспресс – электроника. – 2005. - №6
9. Гольшко, А. Triple Play: технология создает новую реальность / А. Гольшко // Connect!. – 2006. - Лесной.
10. Петрив Р.Б. Перспективы развития мультисервисных сетей в России / Р.Б. Петрив // Вестник связи. – 2002. - №9.
11. Руководящий технический материал «Принципы построения мультисервисных местных сетей электросвязи». – ФГУП ЦНИИС, 2005. - версия 2.0.
12. Группа компаний «Полюс-С» [Электронный ресурс] //

						Лист
					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Официальный сайт группы компаний «Полюс-С» Е.: URL: www.pole-s.ru (Дата обращения 11.12.12)

13. Лихачев, Н. Ethernet в городских сетях [текст] / Н.Лихачев // Connect!. – 2005. - Лесной1.

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

15. 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.

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

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

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

19. Сетевое оборудование оптом [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании NAG Е.: URL: [www. shop.nag.ru/price](http://www.shop.nag.ru/price) (Дата обращения 10.04.16)

20. Инкаб Кабель. Оптические кабели связи [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании ИНКАБ Е.: URL: <http://www.incab/catalog.pdf> (Дата обращения 10.03.16)

21. Характеристики оборудования фирмы Искрател [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании Искрател Е.: URL: <http://iskratel.com/ru/equipemnt> (Дата обращения 10.04.16)

22. Монтаж-линия [Электронный ресурс] // Каталог услуг Е.: URL: <http://roitl.com/part/5/montazh.html> (Дата обращения 10.04.16)

						Лист
					11070006.11.03.02.180.ПЗВКР	66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		