

Федеральное агентство связи
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
(СибГУТИ)

Кафедра _____ ПДСиМ _____

Допустить к защите
зав. кафедрой

_____/О.Г. Мелентьев/
(подпись) (Ф.И.О.)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Исследование эффективности реализации _____

Пояснительная записка

Студент _____ / Н.В. Борисов /
(подпись) (Ф.И.О.)

Факультет _____ АЭС _____ Группа _____ СБТП-81 _____

Руководитель _____ / Ю.С. Лизнева /
(подпись) (Ф.И.О.)

Консультанты:

– по экономическому обоснованию

_____/И.С. Мухина /
(подпись) (Ф.И.О.)

Новосибирск 2018 г.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Под. и дата

Федеральное агентство связи
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
(СибГУТИ)

КАФЕДРА

Передачи дискретных сообщений и метрологии

ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ БАКАЛАВРА

СТУДЕНТА Н.В. Борисова ГРУППЫ СБТП-81

«УТВЕРЖДАЮ»

«___» _____ 2018 г.

Зав. кафедрой ПДСиМ

_____/ О.Г. Мелентьев /
(подпись) (Ф.И.О.)

Новосибирск
2018 г.

1. Тема выпускной квалификационной работы бакалавра
Исследование эффективности реализации технологии ШПД для

утверждена приказом по университету от « 14 » сентября 2018 г. № 4/1295д-18

2. Срок сдачи студентом законченного проекта « 14 » декабря 2018 г.

3. Исходные данные по проекту (эксплуатационно-технические данные, техническое задание):

Исследование эффективности проекта для предприятия

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)	Сроки выполнения по разделам
1. Теоретические положения ШПД	10.10.2018
2. Описание зоны проектирования	18.10.2018
3. Проект проводной сети	08.11.2018
4. Безопасность	25.11.2018
5. Экономическое обоснование	01.12.2018
Введение	05.12.2018
Заключение	07.12.2018

Консультанты по проекту (с указанием относящихся к ним разделов):

1. Раздел по экономическому обоснованию

_____ / И.С. Мухина _____ /

Дата выдачи задания

« ____ » _____ 2018 г.

_____ / Ю.С. Лизнева /
(подпись, Ф.И.О. руководителя)

Задание принял к исполнению

« ____ » _____ 2018 г.

_____ / Н.В. Борисов /
(подпись, Ф.И.О. студента)

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
(СибГУТИ)

на выпускную квалификационную работу студента Борисов Никиты Викто-
ровича группы СБТП-81

»

[illegible]

(должность, уч. степень, подпись, фамилия, имя, отчество (полностью), дата)

Компетенции		Уровень сформированности компетенций		
		высокий	средний	низкий
Общекультурные	ОК-3 – способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности			
	ОК-4 – способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности			
	ОК-5 – способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия			
	ОК-6 – способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия			
	ОК-7 – способностью к самоорганизации и самообразованию			
	ОК-9 – готовностью пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий			
	ОПК-2 – способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением инфокоммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности			
	ОПК-3 – способностью владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации			
	ОПК-4 – способностью иметь навыки самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях, осуществлять компьютерное моделирование устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ			
	ОПК-5 – способностью использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи)			
	ОПК-6 – способностью проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи			
	ОПК-7 – готовностью к контролю соблюдения и обеспечению экологической безопасности			
Профессиональные	ПК-16 – готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования			
	ПК-17 – способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики			
	ПК-18 – способностью организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов			
	ПК-19 – готовностью к организации работ по практическому использованию и внедрению результатов исследований			

АННОТАЦИЯ

Выпускной квалификационной работы студента Борисова Никиты Викторовича
по теме Исследование эффективности реализации технологии ШПД для [REDACTED]

Объем работы – 56 страницы, на которых размещены 20 рисунков и 15 таблиц. При написании работы использовалось 13 источников.

Ключевые слова: Широкполосный доступ, оптическое волокно, [REDACTED]
[REDACTED] оптический бюджет

Работа выполнена: СибГУТИ

Руководитель: доцент каф. АЭС, кандидат технических наук Лизнева Ю. С.

Целью работы являлось:

Исследование эффективности реализации построения сети передачи данных по оптическому волокну в [REDACTED]
[REDACTED]

Решаемые задачи:

Выбор оборудования, разработка проекта на основе выбранного оборудования, описание информационной защиты передачи данных в созданном проекте сети, расчет и сравнение экономической выгоды разработанного проекта.

Основные результаты:

Произведен выбор оборудования, спроектирована сеть на основе выбранного оборудования, произведен расчет оптического бюджета, описана информационная безопасность передачи данных, произведен расчет экономической выгоды

Graduation thesis abstract

Of N.V. Borisov on the theme Study of the effectiveness of the implementation of broadband access for [REDACTED]
[REDACTED]

The paper consists of 56 pages, with 20 figures and 15 tables/charts/diagrams. While writing the thesis 13 reference sources were used.

Keywords: Broadband access, optical fiber, [REDACTED], optical budget

The thesis was written at SibSUTI
Scientific supervisor Associate Professor of the Department, AEC Candidate of Technical Sciences Lizneva Y. S.

The goal/subject of the paper is Study of the effectiveness of the implementation of building a data network for optical fiber in the [REDACTED]
[REDACTED]

Tasks: Selection of equipment, development of a project based on the selected equipment, description of information protection of data transmission in the created network project, calculation and comparison of the economic benefits of the developed project.

Results The equipment was selected, the network was designed based on the selected equipment, the optical budget was calculated, the information security of the data transfer was described, the economic benefit was calculated

Перв. примен.	СОДЕРЖАНИЕ				
	Введение..... 3				
Справ. №	1 Теоретические положения, касающиеся сетей широкополосного доступа..... 4				
	1.1 Сети ШПД - развитие, технологии и решения..... 4				
	1.2 Сети гибридных волоконно-коаксиальных сетей..... 5				
	1.3 Сети PON 6				
	1.4 Оптические сети доступа 10				
	2. Описание зоны проектирования 12				
	2.1 Расположение зоны проектирования 12				
	2.2 Описание сети предприятия..... 14				
	3 Проект сети проводного доступа по оптическому волокну. 17				
	3.1 Выбор активного оборудования 17				
Подп. И дата	3.2 Описание кабелей передачи сигналов 19				
	3.4 Схема спроектированной сети..... 21				
	3.5 Расчет оптического бюджета 22				
	3.5 IP адресация 25				
	4 Безопасность сети..... 29				
	5. Экономическое обоснование 41				
	5.1 Анализ капитальных затрат на строительство сети на оптическом				
	волокне 41				
	5.2 Объектная смета..... 44				
Инв. № дубл.	5.3 Расчет эксплуатационных расходов..... 46				
	5.4 Сравнение технико-экономических показателей 50				
	Заключение 52				
	Библиография 53				
Взам. инв. №					
Инв. № подл.					
Инв. № подл.					

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ФАЭС.11.03.02 081 ПЗ			
Разраб.		Борисов Н.В.			Исследование эффективности реализации технологии ШПД для отделения министерства внутренних дел по Белоярскому району Содержание			
Пров		Лизнева Ю.С.						
Утв.		Мелентев О.Г.						
					Лит.	Лист	Листов	
						2	56	
					СибГУТИ			

Введение

Тенденция развития телекоммуникационной сети начала XXI века должна отвечать современным стандартам, то есть быть высокоорганизованной, интеллектуальной, автоматизированной, соответствовать техническому уровню высокоразвитых стран мира, обеспечивать передачу разнообразных сообщений и предоставление пользователям широкого спектра услуг с высоким качеством и надежностью.

На данном этапе развития сети, организации все чаще прибегают к использованию локально вычислительной сети, но с развитием технологий поднимается и объем обработанной информации. В связи с этим для передачи большого количества информации ищут и проектируют новые виды оборудования и технологии передачи данных. В последнее время все популярнее становится технология широкополосного доступа так как данная технология предоставляет большую скорость передачи данных чем 5 лет назад. Благодаря такому развитию сети так же улучшается качество передаваемой информации (видеопоток, передача голоса, сетевые базы данных), а также улучшается защита сетевого трафика с помощью шифрования пакетов данных.

При выборе технологии широкополосного доступа должны быть учтены потребности организации, расположение объектов, а также, различные экономические аспекты.

Целью выпускной квалификационной работы является исследование эффективности реализации технологии ШПД [REDACTED]

Для достижения поставленной цели выпускной квалификационной работы, необходимо провести анализ зоны проектирования сети, а также анализ существующих услуг на рынке широкополосного доступа для данной местности.

Для реализации поставленной цели, необходимо разработать схему организации связи с использованием технологии проводной связи, произвести расчет правильности построения сети, а также произвести технико-экономические расчеты.

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. или №	Име. № подл.	Подпись и дата						Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат	ФАЭС.11.03.02.081					3

1 Теоретические положения, касающиеся сетей широкополосного доступа

1.1 Сети ШПД - развитие, технологии и решения

Широкополосный доступ сегодня рождает большой интерес у специалистов, так как его возможности, постоянно расширяются, поднимаются на новый уровень и охватывают практически все типы сервисов: от передачи голоса и данных до мультимедиа и видео, становясь мультисервисными.

Сети доступа обычно ассоциировались с сетью абонентских линий доступа к ближайшей АТС или к точке наличия сетевого оператора в виде мультиплексора-концентратора на границе сети. В этом случае линия абонента равна последней или первой миле, участку сети связи от оконечных устройств абонента до АТС или ТПСО. Сети доступа в современной многоуровневой модели сети формируют уровень доступа - нижний уровень сети многоуровневой модели сети. Обычно многоуровневая модель сети выглядит как трехуровневая, где средним уровнем считается распределительный, представленный на рисунке 1.1 кольцом NG-SDH в комбинации с другими сетями.

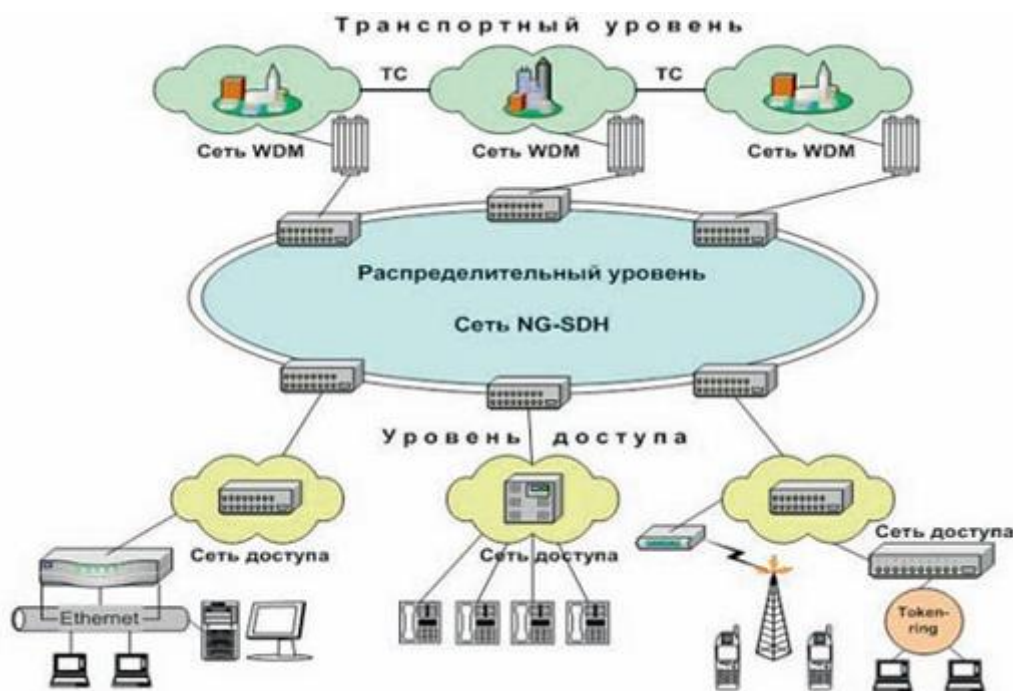


Рисунок 1.1- Многоуровневая модель мультисервисной сети

Транспортный уровень представлен последовательным соединением сетей WDM/SDH уровня STM-64/256. Изображенные на рисунке три сети WDM определяются как единая магистральная транспортная сеть, передающая трафик в рамках одной сети WDM/SDH и допускающая вывод оптических несущих, конвертирование (по λ), усиление и передачу с помощью оптического

конвертора-трансммиттера на промежуточную метросеть WDM или мультиплексор NG-SDH с цветным интерфейсом, связывающие распределительный уровень с транспортным.

Абонент, использующий линию, получал услуги телефонной и факсимильной связи или передачу данных с помощью модема с выходом на линию связи в Интернет, но его канал доступа был равен 64 кбит/с. С развитием технологии ISDN по той же линии абонента можно было передавать голос, информационные данные и видеосвязь. Канал абонента, благодаря базовому доступу ISDN (2 x B+D), увеличивался до 144 кбит/с. С развитием широкополосной ISDN (B-ISDN) услуги были расширены до передачи видеоизображений и мультимедиа, а канал пользователя вырос до 2 Мбит/с - скорости первичного доступа ISDN. ISDN впервые представила широкополосный доступ со скоростью до 1920/2048 кбит/с (E1). Его главным звеном стали цифровые линии абонента на базе модемов xDSL.

Сотовая связь сформировала сети доступа по радиоканалу, использующие линию абонента по радиодоступу для связи с узлом ТфОП, имеющим BSC - контроллер базовой станции. Он предлагал спектр услуг, как у абонентов с линией ISDN. Сети на базе xDSL и абонентский радиоканал пользовались услугами сети Интернет, доставляемым по линиям связи Ethernet, увеличивая канал широкополосного доступа до 10 Мбит/с.

С развитием пассивных оптических сетей и использованием оптического волокна привело к внедрению оптических сетей доступа, подключаемых к узлам ТфОП через оптическую линию абонента с помощью оконечных устройств оптической линии связи, установленных на центральных узлах. Варианты услуг оптических сетей вазвился с появление пассивных оптических линий, в частности EPON - PON на базе Ethernet, благодаря увеличению скорости широкополосного доступа до 1 Гбит/с. Рассмотренное в данном абзаце аналогично для начальной схемы организации сети широкополосного доступа.

1.2 Сети гибридных волоконно-коаксиальных сетей

Широкополосные каналы - каналы xDSL, кроме VDSL, предоставляли абоненту качественный медиа сервис при скорости 5696 кбит/с и больше, а в случае ADSL2+, HFC и VDSL можно получать поток HDTV (20 Мбит/с); каналы направлены на проводную среду передачи. Увеличить полосу широкополосного доступа можно, внедряя оптическое волокно, но сперва это было не дешевое удовольствие, поэтому использовалась технология гибридной волоконно-коаксиальной сети, построенная на трехуровневой структуре сети: транспортная сеть; сеть доступа, распределительная сеть, и смешанную среду передачи: оптическое волокно на транспортной сети и сети доступа, и кабель коаксиальный на сети распределительной, которую в целях экономии денежных средств формировывали на основе топологии звезды. Сервисы гибридной волоконно-коаксиальной сети разделялись на 2 группы: вещательные (радио и ТВ) и индивидуальные (передача данных, телефония). Передача данных

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. или	Име. № док.	Подпись и дата	<div style="text-align: right; font-size: 1.2em; font-weight: bold;">ФАЭС.11.03.02.081</div>					Лис
										5
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат						

и передача голоса идет по обратному и прямому каналам с помощью кабельного модема. Передача данных использует протокол IP, с помощью тех же модемов передавался голос (но через голосовые порты) по технологии VoIP (голос поверх IP). В Российской Федерации для голоса и передачи данных в гибридных волоконно-оптических сетях используется стандарт оборудования DOCSIS (начиная с версии 1.1), описывающий интерфейс голоса и передачи данных по ТВ-кабелю с помощью кабельного модема (сначала на скорости до 36 Мбит/с). Структурная схема гибридной волоконно-коаксиальной сети представлена на рисунке 1.2.

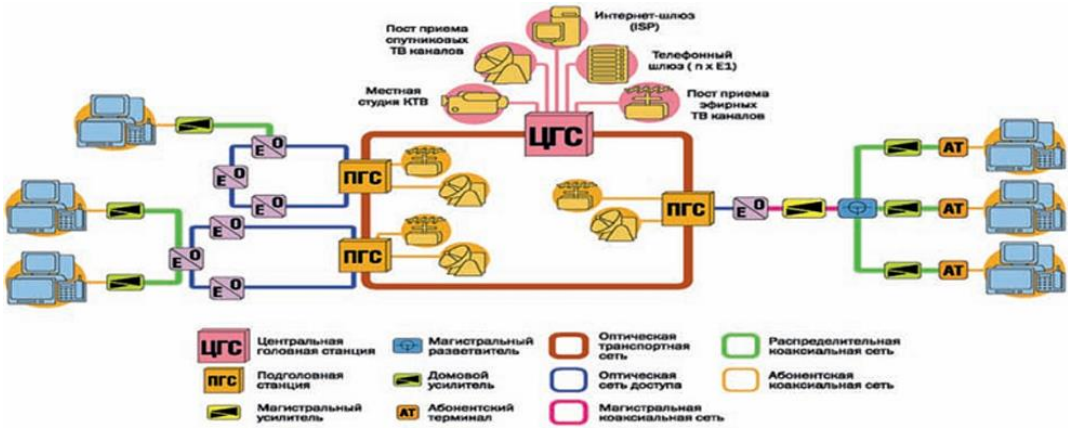


Рисунок 1.2 - Структурная схема гибридной волоконно-коаксиальной сети

Использование EuroDOCSIS вер. 2 и 3 разрешило расширить не только скорость передачи, но и функциональность широкополосного доступа, учитывая, что вер. 3 допускала: мультикастинг, объединение до 16/8 каналов на кабельном модеме, протокола шифрования AES, использование протокола IPv6. Появление Metro-Ethernet и технологии GEPON позволило значительно улучшить возможности широкополосного доступа.

Стандарт DOCSIS имеет 3 версии + версия EuroDOCSIS характеристики приведены в рисунке 1.3.

Версия	DOCSIS		EuroDOCSIS	
	Прямой канал (DS)	Обратный канал (US)	Прямой канал (DS)	Обратный канал (US)
1.x	42,88 (38) Мбит/с	10,24 (9) Мбит/с	55,62 (50) Мбит/с	10,24 (9) Мбит/с
2.0	42,88 (38) Мбит/с	30,72 (27) Мбит/с	55,62 (50) Мбит/с	30,72 (27) Мбит/с
3.0 (4 канала)	171,52 (152) Мбит/с	122,88 (108) Мбит/с	222,48 (200) Мбит/с	122,88 (108) Мбит/с
3.0 (8 каналов)	343,04 (304) Мбит/с	122,88 (108) Мбит/с	444,96 (400) Мбит/с	122,88 (108) Мбит/с

Рисунок 1.3 - Характеристика интерфейсов DOCSIS и EuroDOCSIS

1.3 Сети PON

Мультимедийный обмен в сети Интернет привел к росту до 1 Гбит/с требований к полосе сети доступа. Предоставить их было трудно, используя одни

Име. № докум.	Подпись и дата
Взам. или №	Или № докум.
Подпись и дата	Подпись и дата
Име. № докум.	Подпись и дата

только технологии xDSL (так как для HDTV требовалась скорость 20 Мбит/с и выше). В конечном итоге стали использовать пассивные оптические сети в качестве среды передачи. Они почти не имеют ограничений на пропускную способность, характерных для UDP кабеля и коаксиального кабеля, а их скорости отвечают скоростям SDH/WDM.

Технологии широкополосного доступа на базе пассивных оптических сетей можно поделить на пару групп. Первая - содержит APON, BPON и GPON, эти технологии первого поколения пассивных оптических сетей. Вторая - содержит: Metro-Ethernet, EFMP P2P EFMP P2MP (GEAPON), Metro-DWD/CWDM - технологии второго поколения пассивных оптических сетей.

Расположение абонентских и центрального узлов, терминальных окончатий: OLT (оптический линейный терминал) и ONT (абонентский терминал), а также интерфейсов SNI (сервисный сетевой интерфейс) и UNI (интерфейс "пользователь - сеть"), показаны на рисунке 1.4. Прямой поток от центрального узла имеет поток STM-4/16 (0,622/2,5 Гбит/с) и подается по оптическому волокну на длине волны 1550 нм до точки разветвления на пассивный оптический разветвитель (сплиттер). Он разделяет входной поток на 16/32/64 потока, поступающие на абонентские терминалы абонентов. Возвратные потоки от абонентов (на длине волны 1310 нм) собираются с помощью технологии множественного доступа с временным разделением (TDMA) в агрегатный поток на скорости 622 Мбит/с. Конвертирование оптических сигналов в электрические (O/E) и обратно (E/O) осуществляет оптический линейный терминал.

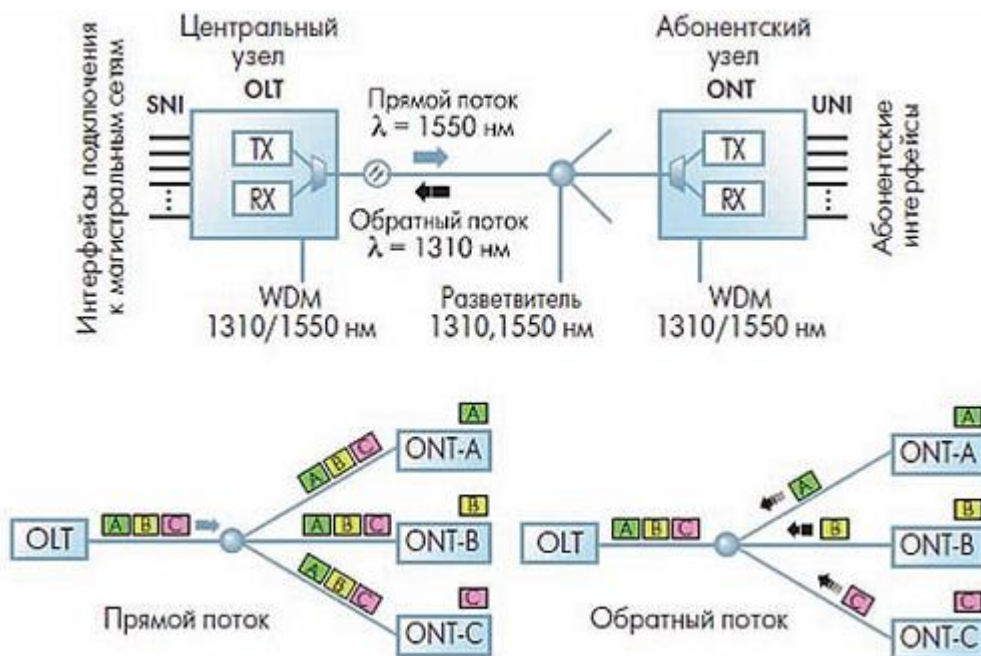


Рисунок 1.4 - Схема и принцип работы сетей PON

Один сегмент сети PON, заканчивающийся узлом разветвления, может, согласно рекомендации ITU-T G.983.X, включить, используя 5-уровневое би-

Име. № подл.	Подпись и дата
Взам. или №	Име. № подл.
Подпись и дата	Подпись и дата
Име. № подл.	Подпись и дата

Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат

ФАЭС.11.03.02.081

Лис
7

нарное дерево, 32 абонентских узла ($2^5=32$) в радиусе 20 км. Один узел, используя мультиплексоры WDM и интерфейсы UNI, может обслуживать десятки абонентов. Сервисы пассивных оптических сетей на рисунке 1.4 зависят от того, к каким сетям (ATM, SDH, Ethernet) подключен центральный узел и какие интерфейсы SNI реализованы на его входах: E (Ethernet), FE (быстрый Ethernet), GE/10GE (1-/10-гигабитный Ethernet), FXS (аналоговый интерфейс для подключения ТА к мультиплексору), E1, PAL (стандарт цветного ТВ), DVB-ASI (асинхронный последовательный интерфейс ЦТВ) и др.

Протоколы и стандарты пассивных оптических сетей первого поколения. Для этих сетей создан ряд рекомендаций ITU-T, описывающих протоколы взаимодействия центрального и абонентского узла. Так, в рекомендации G.983.1 описана A-PON - пассивные оптические сети на основе ATM, а в G.983.2 - интерфейс управления абонентским терминалом. В рекомендации G.983.3 описан расширенный набор услуг; он привел к новой версии PON - B-PON (широкополосной PON, G.983.4-G.983.10). B-PON допускает динамическое назначение полосы в зависимости от приложений, поддерживает технологии: SDH, ATM, SDI PAL, FE, GE, E1, E/FE (10/100Base-TX) и телефонию (FXS). Улучшением B-PON стала технология G-PON - гигабитная PON (G.984.1-G.984.4). Она допускает скорости до 2,5 Гбит/с, асимметричный и симметричный варианты обратного и прямого каналов, а также стандартные процедуры инкапсуляции данных (GEM) в полезную нагрузку.

Учитывая значимость развития оптических сетей Ethernet в рамках PON, дающих возможность передавать трафик не только GE, но и IEEE, 10GE создал EFM: Ethernet на первой миле и альянс EFM (EFMA), разработавший стандарт GE (скорость в сети до 1,25 Гбит/с). Одной из частей этой разработки стала технология EPON - Ethernet PON. Она определяется как оптическая сеть, использующая волновое мультиплексирование WDM трех несущих: 1490 и 1310 нм для прямого и обратного каналов и 1550 нм для дополнительных услуг (частных каналов или КТВ). Физический уровень (EPON PMD) предусматривает интерфейсы класса 1 (расстояние до 10 км) и класса 2 (до 20 км с возможным увеличением до 30 км) с равными коэффициентами разветвления 1:16. EPON использует архитектуру пассивных оптических сетей по схеме дерева, но внутри дерева кадры Ethernet передаются без сегментации и последующей сборки, что делает EPON максимально похожим к Ethernet IEEE 802.3. Для взаимодействия абонентских и центрального узлов. IEEE разработал протокол многоточечного управления (MPCP) с режимами: инициализации и стандартного функционирования (в этом случае используются метод CSMA/CD с дуплексным методом коммутации для GE), для 10GE применяется только дуплексный метод.

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. или	Име. № док.	Подпись и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Под-	Дат	ФАЭС.11.03.02.081	Лист
											8

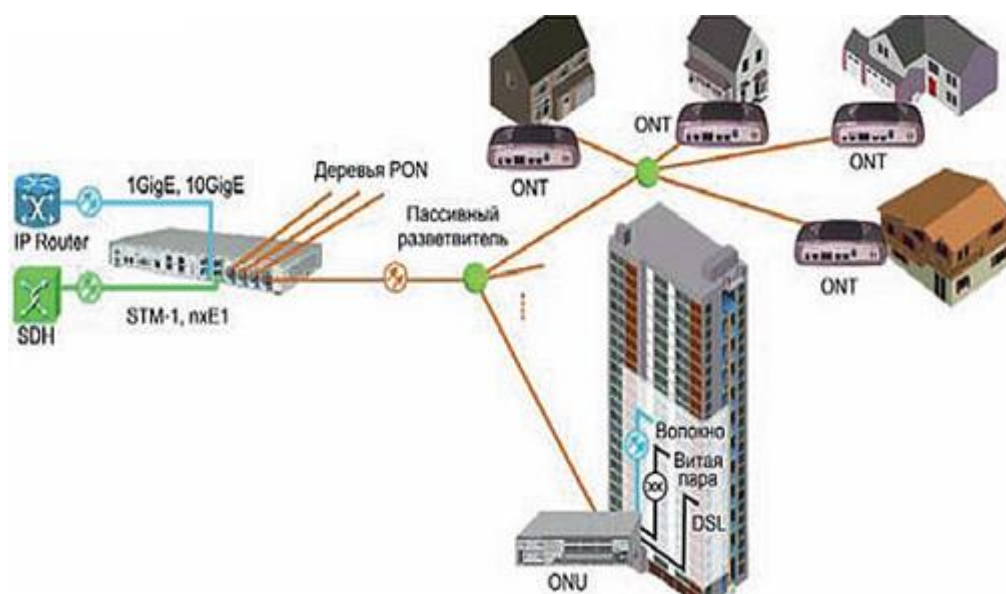


Рисунок 1.5 - Функциональная схема сети PON

На рисунке 1.5 приведена схема сети PON, где видно, что источником сигнала может быть линия связи (IP-router, Ethernet уровня 1GigE и 10GigE), или АТС: PDH (nxEl), SDH (STM-1/4) работающие через узел GEPON/10GE PON, 4 сегмента.

Технологии: Metro-Ethernet, Metro-CWDM, EFMP P2MP (GE PON), EFMP P2P. Metro-Ethernet - сеть по типу дерева с активными узлами-коммутаторами Ethernet и иерархией по скоростям от центрального узла к абонентам: 1000/100 Мбит/с (1000Base-LX, 100Base-FX) и агрегированием трафика. В перспективе используется IOGE, который уже изучил уровень метросетей или городских сетей. Оптические сети доступа Ethernet, охватывающие несколько домов, известны как «домовые сети».

EFMP P2P - версия дуплексной передачи Ethernet на первой миле по одному оптическому волокну в режиме P2P, стандарт IEEE 802.3ah; позволяет базировать сеть по топологии «точка-точка» для дуплексной передачи по одному оптическому волокну навстречу друг другу на разных длинах волн: 1490 нм и/или 1550 нм в одном и 1310 нм в другом направлении. Оптические мультиплексоры WDM встраиваются в приемопередающие модули. Существует два варианта стандартных решения по скорости: 100 и 1000 Мбит/с. Дуплексная передача по одному оптическому волокну в разы уменьшает число оптических волокон и разрешает строить экономичную кабельную систему. Стандартным является решение, когда в центральном узле устанавливается коммутатор с двумя up-link-портами GE и 24 оптическими портами FE для дуплексной передачи по одному оптическому волокну, а для абонента устанавливается медиаконвертер FE.

EFMP P2MP (GE PON) - та же версия дуплексной передачи по одному оптическому волокну (EFMP), но в режиме P2MP в рамках IEEE 802.3ah; позво-

Име. № подл.	Подпись и дата
Взам. или №	Име. № подл.
Подпись и дата	Взам. или №
Име. № подл.	Подпись и дата

Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат
------	-----	----------	------	-----

ФАЭС.11.03.02.081

ляет передать сигнал абонентским узлам разветвителя по древовидной архитектуре пассивных оптических сетей, когда центральный узел по одному оптическому волокну соединяется с множеством абонентских устройств P2MP – «точка-многоточка», стандарт приобрел название GEAPON (Gigabit EPON). Оптические интерфейсы схожи тем, что применяются в традиционных оптических сетях. Максимальная скорость 1000 Мбит/с GEAPON составляет в линии 1250 Мбит/с (при схеме кодирования 8B/10B). GEAPON - это оптически-волоконная сеть, применяющая WDM на длинах волн 1490 нм для прямого и 1310 нм для возвратных каналов. Окно 1550 нм зарезервируется для добавления услуги аналогового ТВ. Физический уровень GEAPON PMD предусматривает два класса интерфейсов: класс 1 для расстояний до 10 км и класс 2 - 20 км при коэффициенте деления 1:16.

Дополнение IEEE 802.3av (2009) к стандарту IEEE 802.3-2008 увеличило скорость EPON до 10 Гбит/с, снабдив как симметричную (10 Гбит/с в обратном и прямом каналах), так и асимметричную (1 Гбит/с в обратном каналах и 10 Гбит/с в прямом) схемы передачи. IEEE 802.3av определяет 10 Гбит/с EPON RS-подуровень, а также симметричный 10GBASE-PR и несимметричный 10/1GBASE-PRX подуровни физического кодирования (PCS), подуровень подключения к физической среде передачи (PMA) и подуровень, зависящий от физической среды (PMD), которые поддерживают симметричную и несимметричную схемы передачи и обратную совместимость с оборудованием, работающим в сетях EPON (GEAPON). 10GEAPON работает на 10 и 20 км при коэффициентах разветвления 1:32 и 1:16.

Metro CWDM - версия CWDM (разреженного волнового мультиплексирования), разрешающая, применяя топологию дерева на одном оптическом волокне, организовать множество соединений «точка-точка». В центральном стоит мультиплексор CWDM, объединяющий все рабочие длины волн, а в промежуточных точках ставят оптические мультиплексоры ввода-вывода OADM на одну длину волны. Применяется еще кольцевая топология с резервированием. Рекомендация 694.2 предлагает использование 18 длин волн (1270-1610 нм), с шагом 20 нм.

1.4 Оптические сети доступа

Можно обозначить 3 категории оптических сетей доступа.

1. FTTB – оптическое волокно до бизнес-абонента - решения для сети выхода по оптическому волокну, подключающей банки, торговые и бизнес-центры, предприятия, офисы наиболее требовательных к качеству услуг. Они соответствуют самым высоким требованиям по гибкости управления, функциональности, надежности и предусматривать систему контроля качества услуг, защиту информации, резервирование. Решение FTTB обеспечивает традиционные телефонные услуги и еще каналы IP для создания виртуальных сетей, подключения к Интернету, выделенных каналов, IP-телефонии. В зависимости

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. или №	Име. № док.	Подпись и дата	Лис	10
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат	ФАЭС.11.03.02.081	

от масштаба УАТС может подключаться через цифровые потоки Е1 или аналоговые каналы FXS. Каналы IP абонентов могут различаться пропускной способностью и гарантиями доступности полосы. Они должны быть симметричными, так как требуемая полоса обратного канала бизнес-абонента часто сопоставима с полосой прямого канала.

2. FTTH – оптическое волокно в дом – оптическое волокно доходит до квартиры в многоквартирном доме или до частного дома, коттеджа. Решение FTTH для PON приведено на рисунке 1.6 где изображено развертывания центрального узла, где через WDM передаются 2 оптических потока для передачи по несущей 1550 нм: один - поток КТВ, принятого в центральный узел со спутника - аналоговый поток ТВ-каналов в полосе 47-862 МГц, другой (по несущей 1490 нм) - агрегированный оптическим терминалом OLT цифровой поток GigE из Интернета и поток каналов nxE1 PDH (телефония + данные). Обратный поток от узлов ONT идет на длине волны 1310 нм.

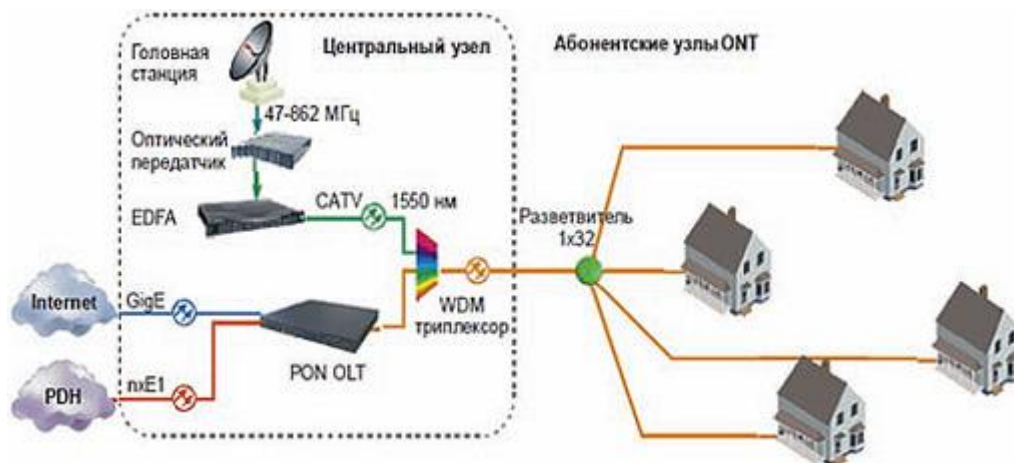


Рисунок 1.6 - Решение FTTH на основе технологии PON

3. FTTB – оптическое волокно до здания или многоквартирного дома. Концепция «оптическое волокно до многоквартирного дома» наиболее подходит для городов. Здесь добивается компромисс между эффективностью и экономичностью. Оптическое волокно до квартиры, а не до дома - это более дорогое решение. Когда терминируется оптическое волокно на большом расстоянии от дома, то возникает проблема с выделением места для узла MDU, потому что к нему нужно подвести питание, а от него развести витые пары до квартир. Узел MDU соединяет электрические и оптические интерфейсы что может быть устройством PON-MDU или коммутатором Ethernet с оптическими up-link-интерфейсами и множеством интерфейсов для витых пар.

Имя, № подлп	Подпись и дата	Взам. или №	Имя, № док. №	Подпись и дата

Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат

ФАЭС.11.03.02.081

2. Описание зоны проектирования

2.1 Расположение зоны проектирования



¹ Далее по тексту ОМВД России по Белярскому району

Име. № подлп	Подпись и дата	Взам. или. №	Име. № дубл	Подпись и дата

Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат

ФАЭС.11.03.02.081

[Redacted text block]

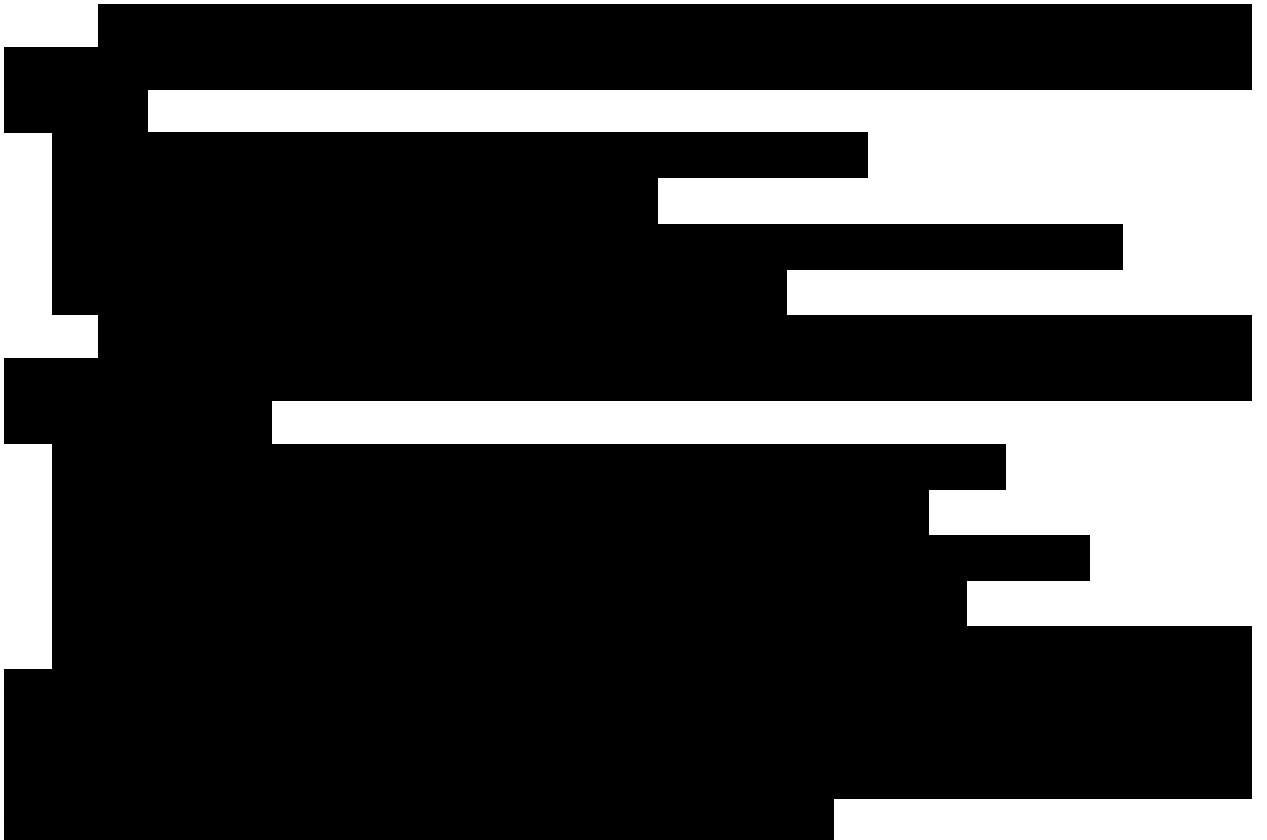
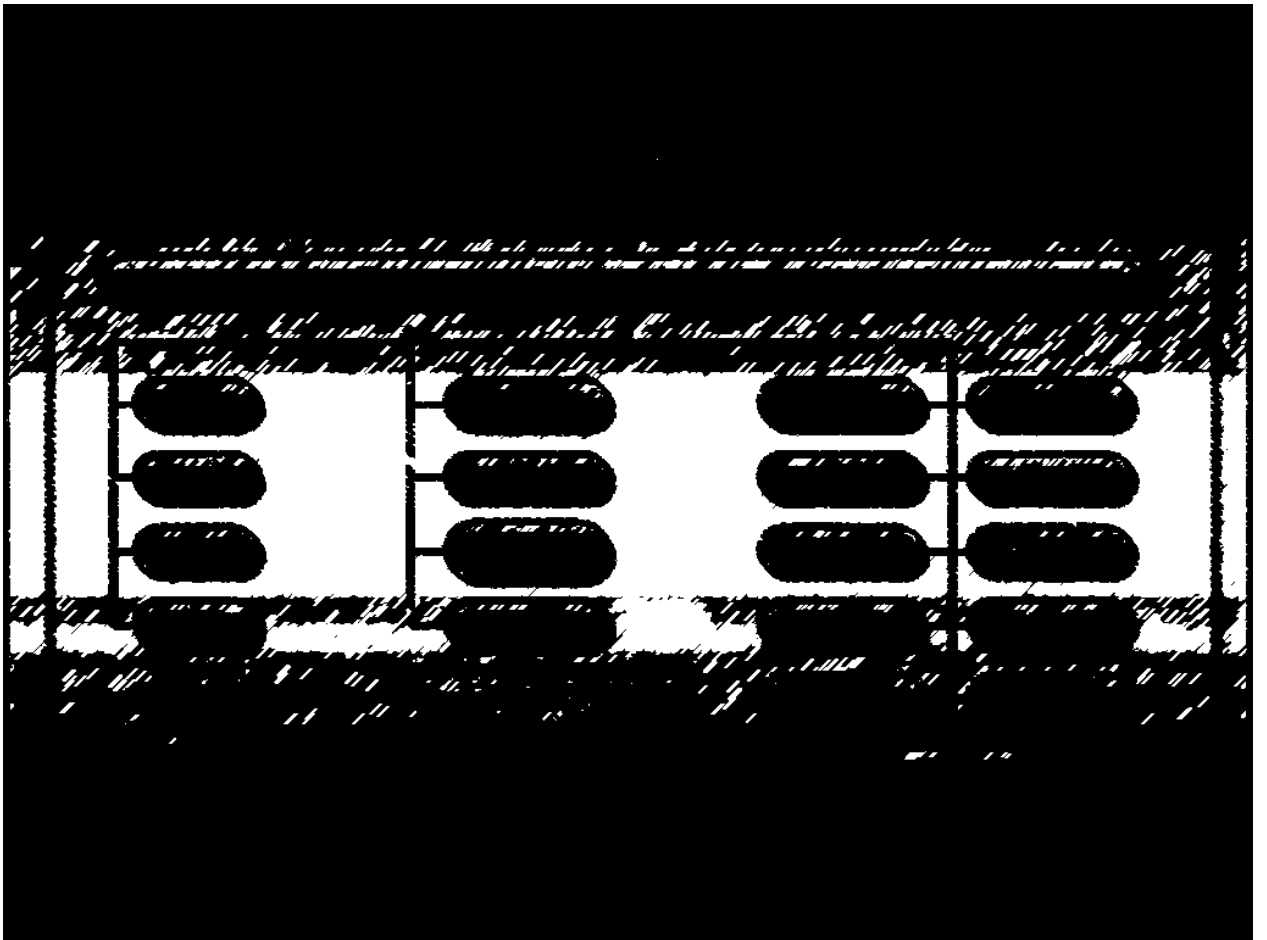


[Redacted text block]

Име, № подл.	Подпись и дата	Взам. или №	Име, № инв.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Под-	Дат

ФАЭС.11.03.02.081



Име	№ подлп	Подпись и дата	Взам. име	№	Име	№ дубл	Подпись и дата

Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат

ФАЭС.11.03.02.081

Лис

Име, № подлп	Подписи и даты	Взам. или №	Име, № инв	Подписи и даты

Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат

ФАЭС.11.03.02.081

Лис
16

3 Проект сети проводного доступа по оптическому волокну.

3.1 Выбор активного оборудования

В рамках выпускной квалификационной работы выбор оборудования системы передачи зависит от следующих факторов:


- используемой технологии;
- емкости портов подключения;
- соотношения цена/качество;
- поддержки дополнительных функций.

Оборудование GPON предназначено для передачи сигнала Ethernet по пассивной оптической сети PON. Производителями оборудования выступают множество компаний: Cisco, BDCOM, Eltex, HUAWEI, SNR и многие другие. В данном проекте выбор оборудования произведем сравнением нескольких поставщиков оборудования. Возьмем для сравнения оборудование имеющее положительные отзывы из зарубежных производителей Cisco и российского производства SNR. Сравнение линеек оборудования по основным характеристикам приведено в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Сравнение оборудования, основные характеристики

Характеристики	Cisco Catalyst WS-C2960C-8PC-L	SNR-S2965-8T-RPS
Интерфейсы	6 портов 10/100BASE-TX 2 порта 10/100/1000BASE-T 2 порта 100/1000BASE-X SFP	6 портов 10/100BASE-TX 2 порта 10/100/1000BASE-T 2 порта 100/1000BASE-X SFP
Скорость пересылки пакетов	6,5 Mpps	6,84 Mpps
Размер таблицы MAC-адресов	8 К	8 К
Количество VLAN	4000	4000
Объем оперативной памяти	128 Mb	128 Mb
Управляемость	Управляемый уровень 2	Управляемый уровень 2
Цена	45 441 руб.	9 112 руб.

На основании таблицы 3.1 делаем вывод что оба коммутатора по производительным характеристикам не сильно отличаются, зато есть отличия в цене, коммутатор SNR дешевле коммутатора Cisco в 4 раза поэтому выбор сделан в пользу оборудования фирмы SNR, как более дешевого.

 Коммутатор поддерживает dual stack (IPv4/IPv6), QOS, расширенные функции VLAN

ФАЭС.11.03.02.081

Лис

17

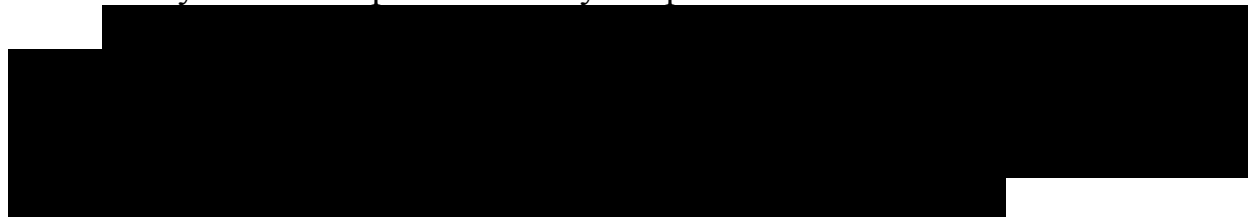
(Multicast VLAN, Voice VLAN, QinQ, и т.п.), bandwidth-control, агрегацию линков, интеллектуальный контроль безопасности. Коммутатор SNR-S3650G-24S является идеальным решением в качестве коммутатора уровня агрегации для использования в сетях операторского класса и предоставления сервисов Triple Play, а также для построения ядра корпоративных сетей. Имеет аппаратную поддержку IPv6 и прошел сертификацию IPv6 Phase II.

Таблица 3.2 – Технические характеристики SNR-S3650G-24S

Основные	
Интерфейсы	12 100/1000BASE-X (SFP) 12 combo 100/1000BASE-T/SFP 2 слота для установки 10GE-модулей SNR-S3-2SFP+
Консольный порт	RJ-45
Производительность	
Коммутационная матрица	128Gbps
Скорость пересылки пакетов	96Mpps
Размер таблицы MAC-адресов	16K
Количество VLAN	4096
Количество ACL	1024
Размер таблицы маршрутизации	IPv4 - 128 IPv6 - 128
Количество L3-интерфейсов	256
Flash-память	16MB
Jumbo-фрейм	9216 байт



Коммутатор SNR-S2985G-48T (SNR-S2985G-24T) входит в новую линейку управляемых гигабитных коммутаторов SNR-S2985G, предназначенную для использования на уровне доступа в сетях операторов связи и корпоративных сетях. SNR-S2985G-48T-RPS имеет 48 портов 10/100/1000BaseT и 4 порта 100/1000BaseX SFP. SNR-S2985G-48T-RPS оснащен разъемом для подключения системы бесперебойного питания с напряжением 12V для обеспечения отказоустойчивой работы коммутатора.



Име. № подл.	Взам. или. №	Име. № док.	Подпись и дата

Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат	ФАЭС.11.03.02.081	Лис
						18

M_{gas}	N_{star}	Σ_{gas}	Σ_{star}	$\Sigma_{\text{gas}}/\Sigma_{\text{star}}$

Интерфейсы	6 портов 10/100BASE-TX 2 порта 10/100/1000BASE-T 2 порта 100/1000BASE-X SFP
Консольный порт	RJ45
Коммутационная матрица	9,2Gbps
Скорость пересылки пакетов	6,84Mpps
Размер таблицы MAC-адресов	8K
Количество VLAN	4K
Количество ACL	1408
Объем оперативной памяти	128Mb
Объем Flash-памяти	32Mb

3.2 Описание кабелей передачи сигналов

Учитывая местность и удаленность помещений для которых необходимо предоставить доступ к сети, то на магистральном участке будет использоваться оптический кабель ОКБ-0.22-2П 7кН (Оптический кабель бронированный стальной оцинкованной проволокой, 2 волокна Corning SMF-28® Ultra, допустимое растягивающее усилие 7кН) (рисунок 3.2). Кабель марки ОКБ предназначен для прокладки в грунтах 1-5 групп (в зависимости от конструкции кабеля), в кабельной канализации, туннелях, коллекторах, при наличии особо высоких требований по механической прочности. Кабель марки ОКБ в негорючем исполнении предназначен для прокладки, как и ОКБ при повышенных требованиях по пожарной безопасности.



Рисунок 3.2 – Магистральный оптический кабель
ОКБ-0.22-2П 7кН

Конструкция ОКБ-0.22-2П 7кН:

- 1- Центральный силовой элемент;
- 2- Оптическое волокно;
- 3- Повив оптических модулей из ПБТ, заполненных гидрофобным гелем;
- 4- Промежуточная оболочка;
- 5- Броня из стальных оцинкованных проволок;
- 6- Защитная оболочка.

Кабель содержит сердечник модульной конструкции с центральным силовым элементом из стеклопластикового прутка, вокруг которого скручены оптические модули методом правильной SZ-скрутки. Внутри оптических модулей свободно уложены оптические волокна. Свободное пространство внутри оптических модулей и межмодульное пространство заполнено гидрофобным наполнителем. Сердечник скреплен нитями. На сердечник наложена ПЭТ-лента, закрепленная нитью. Поверх сердечника накладывается промежуточная оболочка из полиэтилена. Поверх оболочки накладывается броня из стальных оцинкованных проволок. Свободное пространство между промежуточной оболочкой и элементами бронепокрова заполняется гидрофобным компаундом. Поверх проволочной брони накладывается защитная оболочка из полиэтилена высокой плотности. В случае изготовления кабеля с повышенными требованиями по пожарной безопасности оболочка кабеля выполняется из безгалогенного негорючего компаунда.

На распределительном участке будет использоваться Кабель оптический Alpha Mile Flex FTTx, с дополнительным несущим элементом (проволока 1.0 мм), 1 волокно 657A1 (Рисунок 3.3). Абонентский оптический кабель Alpha Mile Flex FTTx (604-13-1) предназначен для прокладки внутри помещений, чердачных помещений, в трубах, кабель-каналах, лотках. Так же допускается протяжка между зданиями и опорами. Применяется в FTTx сетях, где требуются минимальные геометрические размеры оболочки, вместе с тем должна обеспечиваться надежная защита волокна от климатических и механических воздействий. Особая скругленная форма кабеля обеспечивает минимальное трение при прокладке кабеля методом протяжки.

Име. № подлп	Подпись и дата	Взам. или №	Име. № док. №	Подпись и дата	<div style="text-align: right; font-size: 1.2em; font-weight: bold;">ФАЭС.11.03.02.081</div>					Лис				
										20				
										Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат

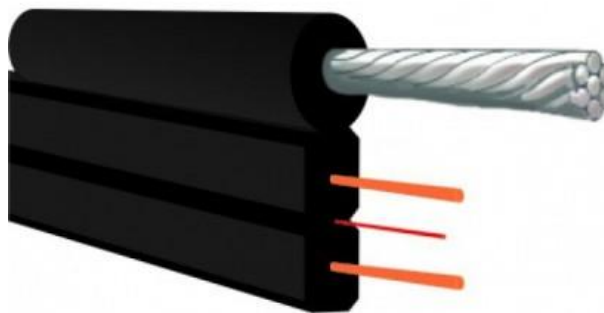


Рисунок 3.3 - Кабель оптический Alpha Mile Flex FTTx, с дополнительным несущим элементом (проволока 1.0 мм), 1 волокно 657A1

Кабель может содержать от одного до восьми оптических волокон, соответствующих рекомендации ITU-T G.657.A1 (одномодовое волокно с подавленным «водяным пиком» и уменьшенными потерями на изгибе). Конструкция представляет собой самонесущий волоконно-оптический кабель. Устойчивость к растягивающей нагрузке кабелю придают два силовых элемента из стальной оцинкованной проволоки диаметром 0,45мм и дополнительный силовой элемент из стальной оцинкованной проволоки диаметром 1мм. Наружная оболочка изготовлена из LSZH (Low Smoke Zero Halogen) компаунда. Использование кабелей в такой оболочке необходимо при их прокладке в местах, где может возникнуть угроза отравления людей продуктами горения в случае пожара. Особенностью состава оболочки является полное отсутствие токсичных галогенных газов и низкое выделение дыма в процессе горения.

3.4 Схема спроектированной сети



Име. № подл.	Подпись и дата
Взам. или №	Име. № док.
Подпись и дата	
Име. № подл.	

Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат

ФАЭС.11.03.02.081



3.5 Расчет оптического бюджета

При проектировании сети PON одной из главных задач является расчет оптического бюджета мощности. Расчеты затухания оптического сигнала выполняются для оптической линии от точки подключения волокна на активном оборудовании (на передатчике) до самого удаленного абонента (на приемнике).

Оптический бюджет линии определяется следующим образом:

$$\Delta P = T_x - (-R_x), \quad (3.1)$$

где ΔP , дБ – оптический бюджет линии;

T_x , дБм – уровень мощности передатчика;

R_x , дБм – чувствительность приемника.

В таблице 3.4 представлен оптический бюджет модулей, описанный в технических характеристиках к оборудованию фирмы SNR.

Таблица 3.4 - Технические характеристики модулей SFP

Модуль SFP	Оптический бюджет	Расстояние между модулями	Расположение
Модуль SFP WDM, 1310/1550 нм	21 dB		
Модуль SFP WDM, 1490/1550 нм	24 dB		
Модуль SFP WDM, 1570/1510 нм	34 dB		
Модуль SFP WDM, 1490/1550 нм	24 dB		
Модуль SFP WDM, 1510/1570 нм	34 dB		
Модуль SFP WDM 1310/1550 нм	6dB		

В пассивной сети PON источниками потерь являются:

- полное затухание в оптическом волокне: зависит от коэффициента затухания;
- волокна на определенной длине волны и его длины;
- полные потери в сростках (сварные соединения);

Име. № подлп	Подпись и дата	Взам. или	Име. № док	Подпись и дата						Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат	ФАЭС.11.03.02.081					22

- полные потери в соединителях (разъёмные соединения);
- потери в разветвителях волокон: зависят от коэффициента разветвления;
- эксплуатационные потери;
- вставки при проведении ремонтных работ.

Максимально возможное затухание в GPON дереве определяется для самого протяженного участка от модуля к модулю по формуле 3.5:

$$\alpha_{max} = \sum_{i=1}^N \alpha_{PCi} + \sum_{j=1}^M \alpha_{NPCi} + \sum_{l=1}^Q l_k \cdot k_{\lambda} + \xi, \quad (3.2)$$

где α_{PCi} , дБ — потери на разъёмном соединении (коннекторах);
 α_{NPCi} , дБ — потери на неразъёмном соединении (сварка ОВ, механические соединители);
 β , дБ – вносимые оптическим делителем потери;
 l , км – длина оптической линии связи;
 k_{λ} , дБ/км – коэффициент затухания оптического волокна на длине волны λ ;
 ξ , дБ – эксплуатационный запас.

Таблица 3.5 – Справочные данные

Параметр	Значение
потери на разъёмном соединении (коннекторах)	0,3 дБ
потери на неразъёмном соединении (сварка ОВ, механические соединители)	0,1 дБ
Затухание в оптическом одномодовом кабеле (1310-1450нм)	0,3 дБ/км
Затухание в оптическом в одномодовом кабеле (1470-1610нм)	0,2 дБ/км
эксплуатационный запас	3 дБ

Для начала рассчитаем бюджет мощности для потока 1310нм/1550нм оптического волокна, проложенного в [REDACTED].

Расчет бюджета мощности для потока ($\lambda=1310$ нм):

$$\alpha_{max}=0.3 \times 2 + 0.1 \times 2 + 1.5 \times 0.3 + 3 = 4,4 \text{ дБ}$$

Расчет бюджета мощности для потока ($\lambda=1550$ нм):

$$\alpha_{max}=0.3 \times 2 + 0.1 \times 2 + 1.5 \times 0.2 + 3 = 4,2 \text{ дБ}$$

Расчет бюджета мощности для потока 1570нм/1510нм оптического волокна, проложенного из г. [REDACTED]. Так как в бухте 4 км. кабеля то на 93 км. будет 21 место сварки кабеля.

Расчет бюджета мощности для потока ($\lambda=1570$ нм):

$$\alpha_{max}=0.3 \times 2 + 0.1 \times 21 + 93 \times 0.3 + 3 = 33.6 \text{ дБ}$$

Расчет бюджета мощности для потока ($\lambda=1510$ нм):

$$\alpha_{max}=0.3 \times 2 + 0.1 \times 21 + 93 \times 0.3 + 3 = 33.6 \text{ дБ}$$

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. или № инв.	Подпись и дата						Лис	
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат	ФАЭС.11.03.02.081					23

Расчет бюджета мощности для потока 1310нм/1550нм оптического волокна, проложенного из [REDACTED]. Так как в бухте 4 км. кабеля то на 41 км. будет 9 мест сварки кабеля.

Расчет бюджета мощности для потока ($\lambda=1310$ нм):

$$\alpha_{\max}=0.3 \times 2 + 0.1 \times 9 + 41 \times 0.3 + 3 = 16,8 \text{ дБ}$$

Расчет бюджета мощности для потока ($\lambda=1550$ нм):

$$\alpha_{\max}=0.3 \times 2 + 0.1 \times 9 + 41 \times 0.2 + 3 = 12,7 \text{ дБ}$$

Расчет бюджета мощности для потока 1490нм/1550нм оптического волокна, проложенного из с. [REDACTED]. Так как в бухте 4 км. кабеля то на 51 км. будет 11 мест сварки кабеля.

Расчет бюджета мощности для потока ($\lambda=1490$ нм):

$$\alpha_{\max}=0.3 \times 2 + 0.1 \times 11 + 51 \times 0.3 + 3 = 19 \text{ дБ}$$

Расчет бюджета мощности для потока ($\lambda=1550$ нм):

$$\alpha_{\max}=0.3 \times 2 + 0.1 \times 11 + 51 \times 0.3 + 3 = 19 \text{ дБ}$$

Расчет бюджета мощности для потока 1570нм/1510нм оптического волокна, [REDACTED]. Так как в бухте 4 км. кабеля то на 92 км. будет 21 мест сварки кабеля.

Расчет бюджета мощности для потока ($\lambda=1490$ нм):

$$\alpha_{\max}=0.3 \times 2 + 0.1 \times 21 + 92 \times 0.3 + 3 = 33.3 \text{ дБ}$$

Расчет бюджета мощности для потока ($\lambda=1550$ нм):

$$\alpha_{\max}=0.3 \times 2 + 0.1 \times 21 + 92 \times 0.3 + 3 = 33.3 \text{ дБ}$$

Расчет бюджета мощности для потока 1490нм/1550нм оптического волокна, [REDACTED]. Так как в бухте 4 км. кабеля то на 45 км. будет 10 мест сварки кабеля.

Расчет бюджета мощности для потока ($\lambda=1490$ нм):

$$\alpha_{\max}=0.3 \times 2 + 0.1 \times 10 + 45 \times 0.3 + 3 = 18.1 \text{ дБ}$$

Расчет бюджета мощности для потока ($\lambda=1550$ нм):

$$\alpha_{\max}=0.3 \times 2 + 0.1 \times 10 + 45 \times 0.3 + 3 = 18.1 \text{ дБ}$$

Целевым критерием при расчете оптического волокна является выполнение следующего условия:

$$\alpha_{\max} < \Delta P, \quad (3.3)$$

где ΔP , дБ – оптический бюджет линии;

α_{\max} , дБ — максимально возможное затухание в оптическом волокне – затухание оптической линии связи на участке от передатчика до самого удаленного приемника.

В городе Белоярский.

Для потока ($\lambda=1310$ нм):

$$4,4 \text{ дБ} < 6 \text{ дБ}$$

Для потока ($\lambda=1550$ нм):

$$4,2 \text{ дБ} < 6 \text{ дБ}$$

Име. № подлп	Подпись и дата	Взам. или №	Име. № док	Подпись и дата						Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат	ФАЭС.11.03.02.081					24

Для потока ($\lambda=1570$ нм):

$$33.6 \text{ дБ} < 34 \text{ дБ}$$

Для потока ($\lambda=1510$ нм):

$$33.6 \text{ дБ} < 34 \text{ дБ}$$

Для потока ($\lambda=1310$ нм):

$$16,8 \text{ дБ} < 21 \text{ дБ}$$

Для потока ($\lambda=1550$ нм):

$$12,7 \text{ дБ} < 21 \text{ дБ}$$

Для потока ($\lambda=1490$ нм):

$$19 \text{ дБ} < 24 \text{ дБ}$$

Для потока ($\lambda=1550$ нм):

$$19 \text{ дБ} < 24 \text{ дБ}$$

Для потока ($\lambda=1490$ нм):

$$33.3 \text{ дБ} < 34 \text{ дБ}$$

Для потока ($\lambda=1550$ нм):

$$33.3 \text{ дБ} < 34 \text{ дБ}$$

Для потока ($\lambda=1490$ нм):

$$18.1 \text{ дБ} < 24 \text{ дБ}$$

Для потока ($\lambda=1550$ нм):

$$18.1 \text{ дБ} < 24 \text{ дБ}$$

Если условие выполняется, то линия спроектирована корректно и может использоваться в эксплуатации. В противном случае необходимо изменить структуру сети и выполнить повторный расчет линии таким образом, чтобы условие выполнялось.

3.5 IP адресация

IP-адрес – это уникальный адрес, идентифицирующий узел, группу узлов или сеть. IP-адрес состоит из 4 байтов и как правило записывается в виде четырех чисел (называемые «октет»), разделенных точками – Q.W.E.R, каждое из которых имеет значения в диапазоне от 0 до 255, например, 214.129.192.154.

Имеется 5 классов IP-адресов – А, В, С, D, Е. Принадлежат IP-адреса к тому или иному классу, и определяется значением первого октета. В таблице показано соответствие значений первого октета к классу адресов.

Класс IP-адреса	A	B	C	D	E
Диапазон первого октета	1-126	128-191	192-223	224-239	240-247

ФАЭС.11.03.02.081

Лис

25

IP-адреса первых трех классов назначены для адресации отдельных узлов и отдельных сетей. Такие адреса состоят из двух частей – номера сети и номера узла. Такая схема схожа со схемой почтовых индексов – первые три цифры показывают регион, а остальные – почтовое отделение региона. Преимущества двухуровневой схемы очевидны: она позволяет адресовать целиком отдельные сети внутри общей сети, что необходимо для обеспечения маршрутизации и присваивать узлам номера внутри одной сети свободно от других сетей. Естественно, что компьютеры, вмещающиеся в одну и ту же сеть должны иметь IP-адреса с одинаковым номером сети.

IP-адреса различных классов различаются разрядностью номеров сети и узла, что определяет их возможный диапазон значений. Таблица ниже отражает важные характеристики IP-адресов классов А, В и С.

Характеристика	Класс		
	А	В	С
Номер сети	W	W.X	W.X.Y
Номер узла	X.Y.Z	Y.Z	Z
Возможное количество сетей	126	16 384	2 097 151
Возможное количество узлов	16 777 214	65 534	254
	Особые адреса		
Запись адреса сети в целом	W.0.0.0	W.X.0.0	W.X.Y.0
Широковещательный адрес в сети	W.255.255.255	W.X.255.255	W.X.Y.255

Например, IP-адрес 214.128.194.128 является адресом класса С, и принадлежит узлу с номером 128, расположенному в сети 214.128.194.0.

Схема адресации, обуславливаемая классами А, В, и С, разрешает пересылать данные отдельному узлу или всем компьютерам отдельной сети. Однако имеется сетевое программное обеспечение, которому потребуется рассылать данные определенной группе узлов, необязательно входящих в одну сеть. Для того чтобы программы подобного вида могли успешно работать, система адресации обязана предусматривать групповые адреса. Для этих целей применяются IP-адреса класса D.

Для более гибкого нахождения границ между разрядами номеров сети и узла внутри IP-адреса применяются маски подсети. Маска подсети – это 4-байтовое число особого вида, которое применяется совместно с IP-адресом. «Специальный вид» маски подсети содержится в следующем: двоичные разряды маски, соответствующие разрядам IP-адреса, отведенным под номер сети, содержат единицы, а в разрядах, соответствующих разрядам номера узла – нули. Использование в паре с IP -адресом маски подсети разрешает отказаться от применения классов адресов и сделать более гибкой всю систему IP-адресации. Так, например, маска 255.255.255.240 (11111111 11111111 11111111 11110000) позволяет разбить диапазон в 254 IP-адреса, относящихся к одной сети класса С, на 14 диапазонов, которые могут выделяться разным сетям.

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. или №	Име. № док.	Подпись и дата

					ФАЭС.11.03.02.081	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат		
						26

--	--	--	--

Выводы по 3 главе: в данной главе было выбрано оборудование и сделаны расчеты параметров сети, в дальнейшем можно будет просчитать технико-экономические показатели данного проекта сети проводного доступа.

Име. № подлп	Подпись и дата	Взам. или. №	Име. № дубл	Подпись и дата

					ФАЭС.11.03.02.081	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат		28

[Redacted content]

№ по подл.	Подпись и дата	Взам. или №	Или № инв.	Подпись и дата
------------	----------------	-------------	------------	----------------

Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат

ФАЭС.11.03.02.081

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ
ԻՍԽԱՆՈՒԹՅԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ
ԲԱՆԿԱՅԻՆ ԿԵՆՏՐԱԼԻ
ՎԵՐԻՖԻԿԱՆԵՐՈՒՄԻ
ԿԵՆՏՐԱԼԻ ՎԵՐԿԻՆԵՐՈՒՄԻ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ
ԻՍԽԱՆՈՒԹՅԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ

ԲԱՆԿԱՅԻՆ ԿԵՆՏՐԱԼԻ
ՎԵՐԻՖԻԿԱՆԵՐՈՒՄԻ

VIPNet

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ
ԻՍԽԱՆՈՒԹՅԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ

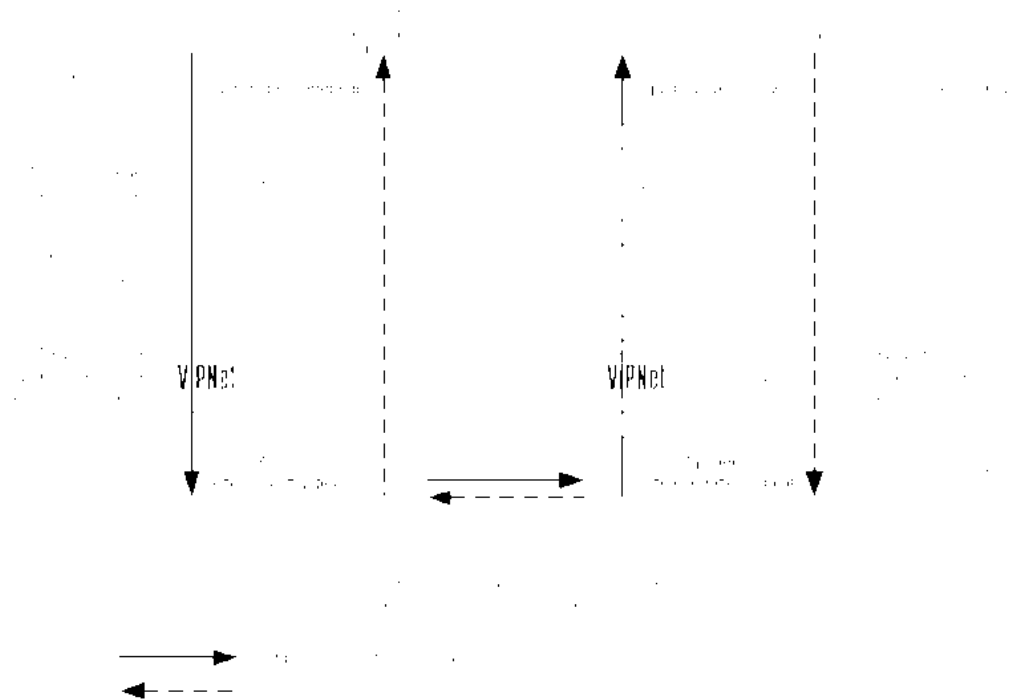
ԲԱՆԿԱՅԻՆ ԿԵՆՏՐԱԼԻ
ՎԵՐԻՖԻԿԱՆԵՐՈՒՄԻ

[REDACTED]

[REDACTED]

ՍԵՐԻԱԿԱՆ ՆՈՒՄԵՐ	ՍԵՐԻԱԿԱՆ ՆՈՒՄԵՐ
ՍԵՐԻԱԿԱՆ ՆՈՒՄԵՐ	ՍԵՐԻԱԿԱՆ ՆՈՒՄԵՐ
ՍԵՐԻԱԿԱՆ ՆՈՒՄԵՐ	ՍԵՐԻԱԿԱՆ ՆՈՒՄԵՐ
ՍԵՐԻԱԿԱՆ ՆՈՒՄԵՐ	ՍԵՐԻԱԿԱՆ ՆՈՒՄԵՐ
ՍԵՐԻԱԿԱՆ ՆՈՒՄԵՐ	ՍԵՐԻԱԿԱՆ ՆՈՒՄԵՐ

					ՓԱԵՏ.11.03.02.081	Լիս
						31
ԻՅՄ.	ԼԻՍ	ՈՁ ԺՈՒԿՄ.	ՍՈԺ-	ԺԱՏ		



[Redacted text block containing multiple lines of obscured text]

Име. № подлп	Подписи и даты	Взам. име. №	Име. № дубл.	Подписи и даты

Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат

ФАЭС.11.03.02.081

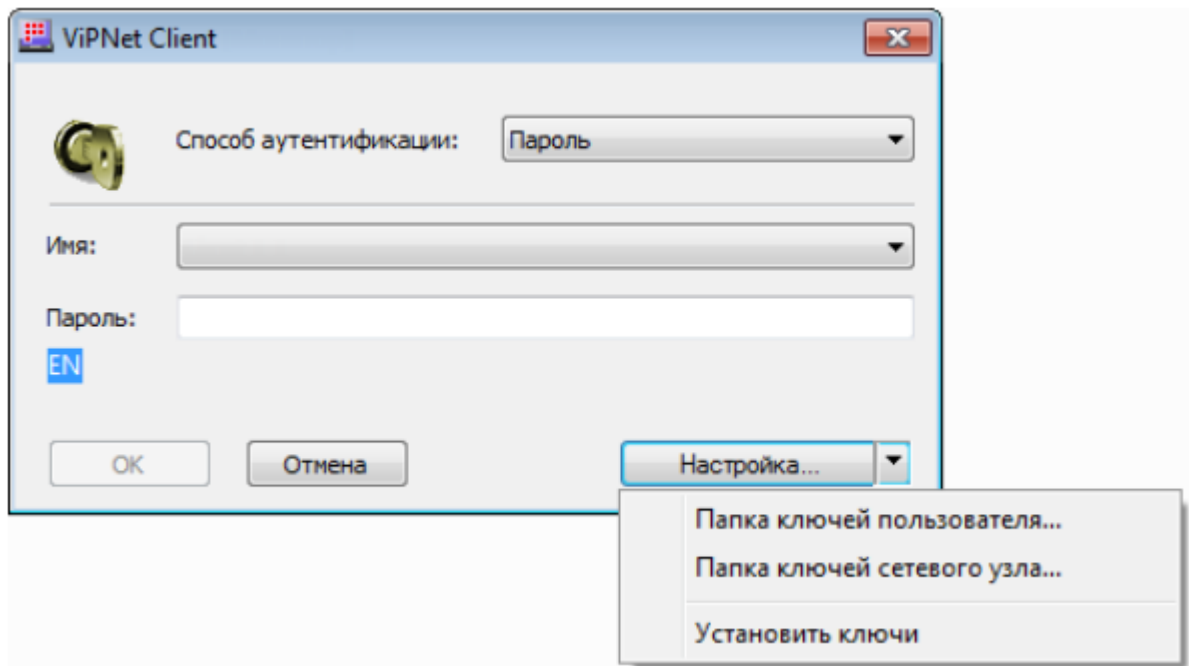
[Redacted text block]

[Redacted text block]

№ по подл.	Подпись и дата	Взам. или №	Или № инв.	Подпись
------------	----------------	-------------	------------	---------

[13 с.50]

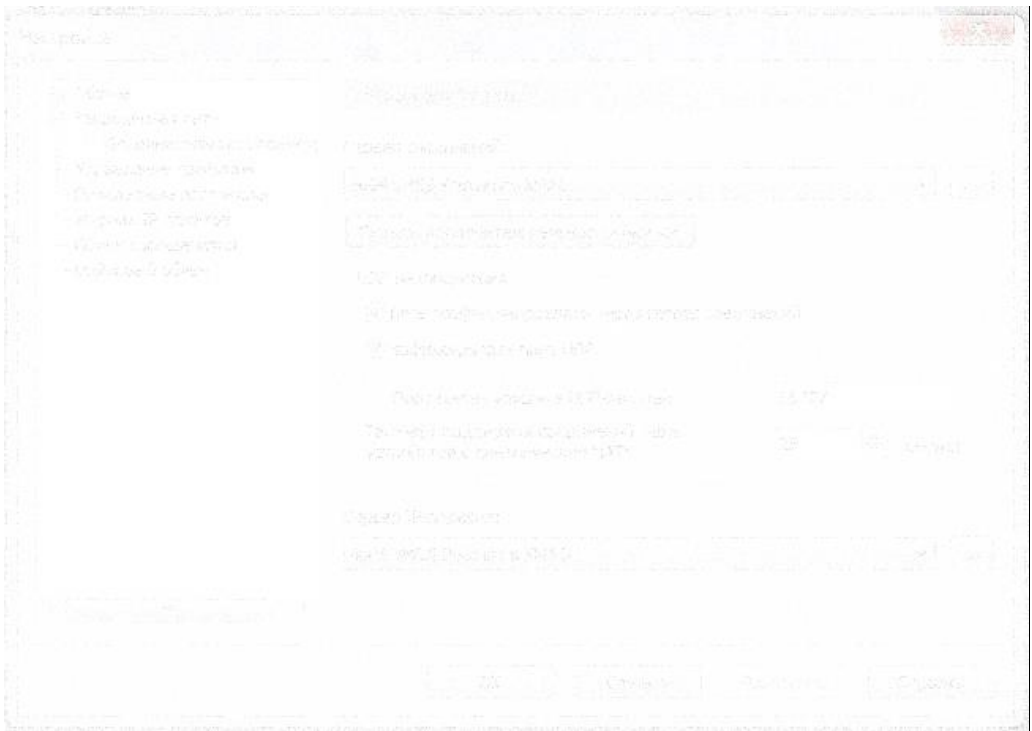
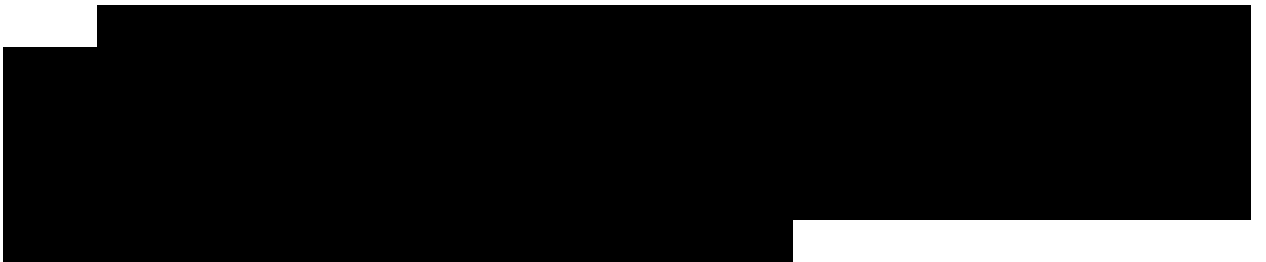
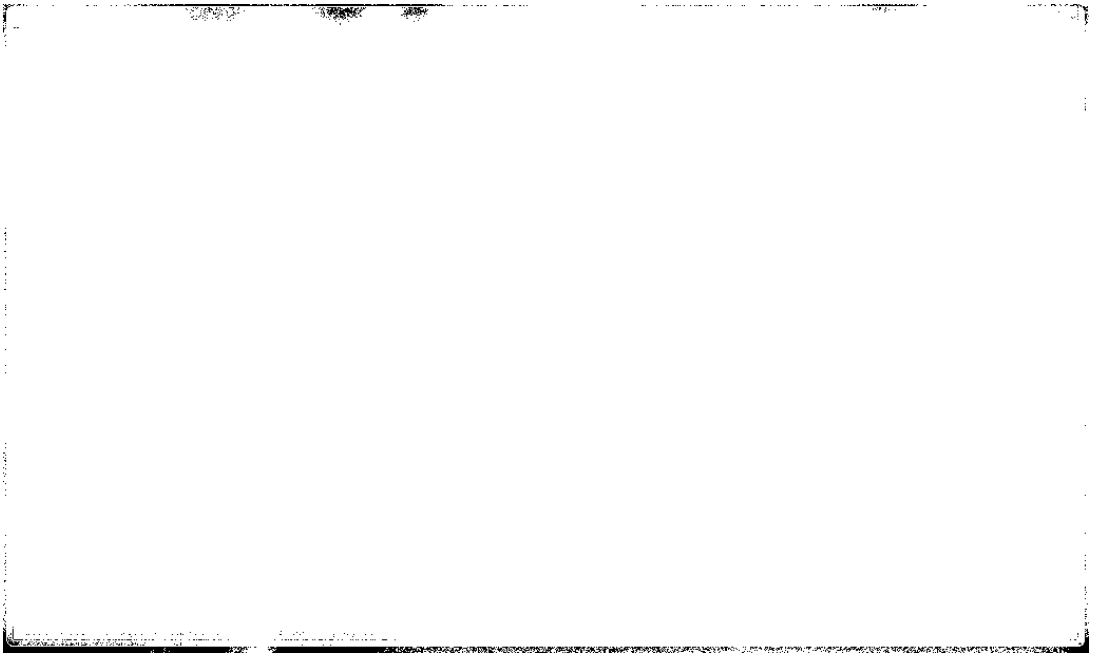
[13 с.50]



Имя	№ подп	Подпись и дата	Взам. или №	Или №	Или №	Подпись и дата

Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат

ФАЭС.11.03.02.081



Име	№ докум.	Подпись	№ докум.	Име	№ докум.	Подпись

Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат

ФАЭС.11.03.02.081

Рисунок 4.7 - Пример отображения фильтров для защищённого трафика

Име	№ подл	Подпись и дата	Взам. или № Иис	№ Иис	№ дубл	Подпись и дата	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>
-----	--------	----------------	-----------------	-------	--------	----------------	--

№ № подл.	Подпись и дата	Взам. или №	Или № дубл.	Подпись и дата
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат

Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат

ФАЭС.11.03.02.081



Рисунок 4.8 – Межсетевое взаимодействие

Вывод по главе 4: в данной главе было описана безопасность передачи данных сети [REDACTED] с описанием администрирования.

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. или. №	Име. № подл.	Подпись и дата

					ФАЭС.11.03.02.081	Лис
						40
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат		

5. Экономическое обоснование

5.1 Анализ капитальных затрат на строительство сети на оптическом волокне

В данной главе проведем анализ и сравнение выгоды в строительстве сети на оптическом волокне с используемой в данный момент арендой канала у поставщика услуг ПАО «Ростелеком».

Для сравнения результатов проведем расчет суммы затрат на аренду канала. В таблице 5.1 представлена цена на аренду канала в месяц.

Таблица 5.1 Цена за VPN услугу у провайдера.

Наименование услуги	Вид платежа	Цена за единицу руб.	КОЛ-ВО ТОЧЕК	Размер оплаты, руб
Предоставление в пользование виртуальной частной сети (IP VPN) г.Белоярский	Ежемесячный платеж / за одну точку доступа	62480,00	1	62480,00
Предоставление в пользование последней мили с организацией абонентской линии г.Белоярский	Ежемесячный платеж / за одну точку доступа	290,00	10	2900,00
ИТОГО без учета НДС				65380,00
с учетом НДС				77148,4

Чтобы проверить экономическую выгоду по строительству оптической сети в [REDACTED] ниже произведем расчет капитальных затрат на строительство проектируемой сети.

Стоимость объекта связи в целом определяется по формуле:

$$C_{\text{объекта}} = C_{\text{смп}} + C_{\text{обор}} + C_{\text{прочие}}, \quad (5.1)$$

где $C_{\text{смп}}$ – стоимость строительно-монтажных работ (СМР) на объекте;

Име. № подл.	Подпись и дата
Взам. и.и.е. №	И.и.е. №
Подпись и дата	
И.и.е. № подл.	

Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат	ФАЭС.11.03.02.081	Лис
						41

$C_{\text{обор}}$ – стоимость технологического оборудования, включая затраты на его доставку и монтаж;

$C_{\text{прочие}}$ – стоимость прочих затрат на объекте.

Сначала рассчитывается стоимость строительно-монтажных работ на объекте по следующей формуле [9]:

$$C_{\text{смп}} = Q_{\text{смп}} + C_{\text{пр}}, \quad (5.2)$$

где $Q_{\text{смп}}$ – объем СМР на объекте;

$C_{\text{пр}}$ – прочие затраты, связанные с производством СМР (непредвиденные расходы, временные здания и сооружения).

Объем СМР определяется как :

$$Q_{\text{смп}} = C/C_{\text{смп}} + Пн = М + ОЗП + Эм + Нр + Пн, \quad (5.3)$$

где $C/C_{\text{смп}}$ – себестоимость СМР;

Пн – плановые накопления (плановая прибыль строительно-монтажной организации);

М – затраты на строительные материалы, включая их доставку на строительную площадку;

ОЗП – затраты на основную заработную плату рабочих, выполняющих СМР;

Эм – затраты на эксплуатацию строительных машин и механизмов;

Нр – сумма накладных расходов;

Пн – плановые накопления (плановая прибыль строительно-монтажной организации).

Расчет затрат на материалы производится в текущих ценах в таблице 5.2. Основными материалами при строительстве оптической сети являются волоконно-оптический кабель, оптические муфты. Стоимость этих материалов взята из прайс-листов поставщиков без НДС.

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. или №	Име. № подл.	Подпись и дата	Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат	ФАЭС.11.03.02.081	Лис
											42

Стоимость прочих материалов составляет 10% от стоимости основных материалов. Расходы на доставку материалов на стройку берутся в размере 20% стоимости материалов.

Затраты на материалы составляют около 50% от стоимости строительно-монтажных работ.

Таблица 5.2 – Локальная смета 1 Прокладка и монтаж волоконно-оптической линии передач.

Наименование затрат	Количество	Стоимость без НДС, тыс. руб	
		Единицы	Всего
1 Кабель оптический ОКБ-0.22-2П 7кН, км	322	45,4	14618,8
2 Кабель оптический Alpha Mile Flex FTTx, с дополнительным несущим элементом (проволока 1.0 мм), 1 волокно 657A1, км	5	7,3	36,5
3 Муфта оптическая МТОК-А1, шт.	70	5,9	413
11 Итого			15068,3
12 Прочие материалы, %	10	-	1506,83
13 Итого с прочими материалами	-	-	16575,13
14 Доставка материалов на строительную площадку, %	20	-	3315,03
15 Всего стоимость материалов с доставкой	-	-	19890,16
16 Затраты на основную зарплату, эксплуатацию машин, накладные расходы, плановые накопления, %	100	-	19890,16
17 Объем СМР	-	-	39780,32

Име. № подл.	Подпись и дата
Взам. или №	Име. № док.
Подпись и дата	
Име. № подл.	

					ФАЭС.11.03.02.081	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат		43

В таблице 5.3 Локальная смета 2 произведем расчет стоимости окончного оборудования, включая настройку и монтаж.

Наименование затрат	Количество	Стоимость без НДС, тыс. руб.	
		Единицы	Всего
1 Управляемый коммутатор уровня 2 SNR-S2965-8T-RPS, шт	8	9,1	72,8
2 Модуль SFP WDM, дальность до 140км (34dB), шт.	4	19,1	76,4
3 Модуль SFP WDM, дальность до 3км (6dB), шт	10	0,7	7
4 Модуль SFP оптический, дальность до 80км (24dB), шт	6	4,9	29,4
3 Устройство бесперебойного питания RPS с выходом 12В/60Вт, шт	8	3,2	25,6
5 Итого	-	-	211,2
6 Доставка оборудования до стройплощадки, %	30	-	63,36
7 Стоимость оборудования с учетом доставки	-	-	274,56
8 Монтаж и пусконаладочные работы по оборудованию, %	10	-	27,46
9 Всего с учетом настройки и монтажа	-	-	302,02

5.2 Объектная смета

Далее на основе локальных смет составляется объектно-сметный расчет стоимости строительства, в котором учитываются непредвиденные расходы, а также НДС. Объектная смета приведена в таблице 5.5

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. или №	Име. № подл.	Подпись и дата

Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат	ФАЭС.11.03.02.081	Лис
						44

Таблица 5.4 – Объектная смета

Формы сметных расчетов	Наименование работ (затрат)	Сметная стоимость, тыс.руб			
		СМР	Оборудование	Прочие	Всего
1 Локальная смета 1	Прокладка и монтаж волоконно-оптического кабеля	39780,32	-	5 171,44	44951,76
2 Локальная смета 2	Приобретение, монтаж и настройка оборудования	-	302,02	-	6576,43
3 Итого		39780,32	302,02	5 171,44	51528,19
4 Временные здания и сооружения (4,7 % от стоимости СМР)		1869,67	-	-	1869,67
5 Непредвиденные расходы (1,5 % от стоимости СМР)		596,7	-	-	596,7
6 Итого с временными зданиями и непредвиденными расходами		42 246,69	302,2	5 171,44	53944,56
7 НДС (18 %)		7604,4	54,4	930,86	9710,02
8 Итого по смете с учетом НДС		49851,09	356,6	6102,3	63654,58

Прочие затраты на строительство объекта составляют в размере 13% от СМР и включают затраты на оформление строительной площадки, проектно-изыскательские работы, надзор за качеством строительства, подготовку кадров и многие другие статьи.

Сумма инвестиций составит 63654,58 тысяч рублей, капитальные затраты составят 53944,56 тысяч рублей.

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. или №	Име. № подл.	Подпись и дата

					ФАЭС.11.03.02.081	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат		45

M_{eff}	N_{eff}	β	R_{eff}	M_{eff}	N_{eff}	β	R_{eff}

В соответствии с действующей методикой в эксплуатационные затраты предприятий связи включаются следующие элементы:

- годовой фонд оплаты труда;
- страховые взносы;
- амортизация основных фондов;
- затраты на материалы и запасные части;
- затраты на оплату электроэнергии;
- прочие расходы.

Обслуживание сети наиболее выгодно проводить силами технической поддержки провайдера связи, либо заключать договор подряда со сторонними организациями. Сумма затрат на обслуживание сети и на устранение возможных неисправностей заложена в статье прочих затрат.

Амортизация представляет собой постепенный перенос стоимости основных производственных фондов (ОПФ) на стоимость вновь создаваемой продукции или услуг по мере их износа. Количественной мерой амортизации являются амортизационные отчисления, предназначенные на реновацию ОПФ.

Амортизационные отчисления на полное восстановление ОПФ (А) определяются исходя из сметной стоимости ОПФ (кабельных линий связи, аппаратуры систем передачи) и норм амортизации на полное восстановление по формуле:

$$A = \sum_i \Phi_{\text{OCH},i} \cdot H_i, \quad (5.4)$$

где $\Phi_{осн.i}$ - стоимость ОПФ i-го вида, руб.;

N_i - действующие нормы амортизации на полное восстановление соответствующего вида ОПФ.

Нормы амортизации определяются в соответствии с постановлением Правительства РФ №1 «О классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы».

Расчет амортизационных отчислений производится в таблице 5.4.

Таблица 5.5 – Расчет амортизационных отчислений для строительства оптической сети

Вид ОПФ	Стоимость ОПФ, тыс. руб.	Норма амортиза- ции на полное вос- становление, %	Амортизацион- ные отчисле- ния, тыс. руб.
1 Оборудование	302,2	12,5	37,78
2 Линейные сооруже- ния	39780,32	6,7	2665,28
Всего	40 082,52	-	2703,06

Материальные затраты включают в себя расходы, связанные с приобретением вспомогательных материалов, запасных частей, топлива. Также сюда относятся затраты на оплату электроэнергии со стороны для производственных нужд.

Величина расходов на электроэнергию принимается равной 1,3% от суммы эксплуатационных затрат.

Прочие расходы включают выплаты процентов по краткосрочным ссудам банков; оплату консультационных, информационных, банковских и аудиторских услуг; представительские расходы, связанные с коммерческой деятельностью операторов связи; расходы на рекламу и маркетинговые исследования; затраты на аренду нежилых помещений.

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. или №	Име. № док.	Подпись и дата

Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат	ФАЭС.11.03.02.081	Лис
						47

Для расчета годового фонда оплаты труда необходимо знать среднегодовую численность эксплуатационных кадров и среднемесячную заработную плату с учетом районного коэффициента. Численность работников, обслуживающих оптической сети, определяется по формуле 5.5.

$$\mathcal{C}_{\text{ВОЛП}} = \frac{N \cdot H}{\Phi_{\text{мес}}} \cdot h, \quad (5.5)$$

где N – протяженность кабеля с учетом 3% запаса, равный 327 км;

H – норматив на обслуживание одного километра кабеля в месяц, равный 6 часам;

$\Phi_{\text{мес}}$ – месячный фонд рабочего времени, равный 168 часов;

h – коэффициент, учитывающий подмену рабочих во время отпуска, равный 1,08.

Тогда

$$\mathcal{C}_{\text{ВОЛП}} = \frac{327 \cdot 6}{168} \cdot 1,08 = 12 \text{ чел.}$$

Общая численность работников с учетом работников, обслуживающих оконечные пункты:

$$\mathcal{C}_0 = \mathcal{C}_{\text{ВОЛП}} + 6, \quad (5.6)$$

где 1 человек берется из расчета, что на одном оконечном пункте занят один человек (всего 10 пунктов сети).

Тогда,

$$\mathcal{C}_0(\text{ВОЛП}) = 12 + 10 = 22 \text{ чел.}$$

Име. № подлп	Подпись и дата	Взам. или	Име. № док	Подпись и дата	Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат	ФАЭС.11.03.02.081	Лис
											48

С учетом того, что средняя заработная плата одного работника составляет 25,0 тыс. руб. в месяц, можно рассчитать годовой фонд оплаты труда:

$$\text{ГФОТ} = 25 \cdot 12 \cdot Ч_0, \quad (5.7)$$

$$\text{ГФОТ (ВОЛП)} = 25 \cdot 12 \cdot 22 = 6\,600 \text{ тыс. руб.};$$

Страховые взносы составляют 30,2% от ГФОТ. Тогда:

$$\text{СВ (ВОЛП)} = 6600 \cdot 0,302 = 1993,2 \text{ тыс. руб.}$$

Затраты на материалы и запасные части и прочие затраты определяются также укрупненно по удельному весу этих затрат на аналогичных предприятиях и составляют 7% и 9% соответственно.

Результаты расчета всех элементов эксплуатационных затрат сведены в таблицу 5.6.

Таблица 5.6 – Расчет эксплуатационных затрат

Статьи затрат	Сумма затрат, тыс. руб.	Удельный вес, %
1 Годовой фонд оплаты труда	6600	48,3
2 Страховые взносы	1993,2	14,6
3 Амортизация ОПФ	2703,06	19,8
4 Затраты на электроэнергию	177,57	1,3
5 Затраты на материалы и зап. части	956,15	7
6 Прочие затраты	1229,34	9
Итого	13659,32	100

Име. № подл.	Взам. или №	Подпись и дата	Име. № подл.	Взам. или №	Подпись и дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Под-	Дат	ФАЭС.11.03.02.081					Лист
										49

5.4 Сравнение технико-экономических показателей

Рассчитаем приведенные затраты для обоих сравниваемых вариантов построения сети.

Произведем расчет приведенных затрат на оптическую линию по формуле 5.8.

$$Z_{np} = \mathcal{E}_p + E_n \cdot K \quad (5.8)$$

где E_n – нормативный коэффициент сравнительной эффективности (0,15);

\mathcal{E}_p – эксплуатационные затраты;

K – капитальные затраты

Рассчитаем приведенные затраты для варианта построения сети, результаты расчетов сведем в таблицу 5.7.

Таблица 5.7

Наименование показателей	Показатели, тыс. руб.	
Капитальные затраты, тыс. руб.	53 944,56	-
Эксплуатационные расходы, тыс.руб.	13 659,32	-
Приведенные затраты	21 751,1	925,8

Рассчитаем годовые затраты на аренду канала:

$$77\,148,4 \cdot 12 = 925,8 \text{ тыс. руб.}$$

По полученным данным найдём годовой экономический эффект от внедрения проектируемой транспортной сети по формуле 5.9.

$$\mathcal{E}_{год} = Z_{пр2} - Z_{пр1} \quad (5.9)$$

$$\mathcal{E}_{год} = 21\,751,1 - 925,8 = 20\,825,3 \text{ тыс.руб.}$$

Име. № подл.	Подпись и дата
Взам. или. №	Име. № подл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат	ФАЭС.11.03.02.081	Лис
						50

מס' מזהה	שם המזהה	מס' מזהה	שם המזהה	מס' מזהה	שם המזהה
1	מס' מזהה	2	מס' מזהה	3	מס' מזהה

Лис

51

Заключение

Конкуренция на рынке телекоммуникаций, стимулирует расширение набора услуг и требования приложений стимулируют потребности в сетях широкополосного доступа (ШПД). В связи с развитием технологий появляются новые возможности и информационные базы для организации работы на предприятии и расширение обычной локально вычислительной сети в мультисервесной сеть в связи с этим предъявляются все более высокие требования к пропускной способности. Потребности в увеличении скорости передачи на сетях доступа непрерывно растут.

При подготовке бакалавров по специальности «Сети связи и системы коммутации» важное место занимают вопросы выбора наиболее целесообразных технико-экономических вариантов проектирования и строительства сетей абонентского доступа для получения максимального эффекта при минимуме затрат.

Целью выпускной работы являлось исследование эффективности реализации ШПД для [REDACTED]. В данной работе было приведена теория о развитии и построении ШПД, описана зона проектирования, разработан проект построения сети по оптическому волокну, проведен расчет мощности оптического бюджета, а также описана безопасность передачи информации в ведомственной сети и расчет эффективности проекта.

Име. № подл.	Подпись и дата	Взам. име. №	Име. № дубл.	Подпись и дата						
Изм.	Лис	№ докум.	Под-	Дат	ФАЭС.11.03.02.081					Лис
										52

מספר	שם	מספר	שם	מספר	שם
1	אברהם	2	יצחק	3	יעקב
4	רובן	5	לוי	6	יהודה
7	שמואל	8	נחמן	9	חיים
10	משה	11	דוד	12	יוסף
13	מנחם	14	אליהו	15	חנניה
16	אלישבע	17	חנה	18	רחל
19	אשר	20	נח	21	אדם
22	חיות	23	אברהם	24	יצחק
25	יעקב	26	רובן	27	לוי
28	יהודה	29	שמואל	30	נחמן
31	חיים	32	משה	33	דוד
34	יוסף	35	מנחם	36	אליהו
37	חנניה	38	אלישבע	39	חנה
40	רחל	41	אשר	42	נח
43	אדם	44	חיות	45	אברהם
46	יצחק	47	יעקב	48	רובן
49	לוי	50	יהודה	51	שמואל
52	נחמן	53	חיים	54	משה
55	דוד	56	יוסף	57	מנחם
58	אליהו	59	חנניה	60	אלישבע
61	חנה	62	רחל	63	אשר
64	נח	65	אדם	66	חיות
67	אברהם	68	יצחק	69	יעקב
70	רובן	71	לוי	72	יהודה
73	שמואל	74	נחמן	75	חיים
76	משה	77	דוד	78	יוסף
79	מנחם	80	אליהו	81	חנניה
82	אלישבע	83	חנה	84	רחל
85	אשר	86	נח	87	אדם
88	חיות	89	אברהם	90	יצחק
91	יעקב	92	רובן	93	לוי
94	יהודה	95	שמואל	96	נחמן
97	חיים	98	משה	99	דוד
100	יוסף	101	מנחם	102	אליהו
103	חנניה	104	אלישבע	105	חנה
106	רחל	107	אשר	108	נח
109	אדם	110	חיות	111	אברהם
112	יצחק	113	יעקב	114	רובן
115	לוי	116	יהודה	117	שמואל
118	נחמן	119	חיים	120	משה
121	דוד	122	יוסף	123	מנחם
124	אליהו	125	חנניה	126	אלישבע
127	חנה	128	רחל	129	אשר
130	נח	131	אדם	132	חיות
133	אברהם	134	יצחק	135	יעקב
136	רובן	137	לוי	138	יהודה
139	שמואל	140	נחמן	141	חיים
142	משה	143	דוד	144	יוסף
145	מנחם	146	אליהו	147	חנניה
148	אלישבע	149	חנה	150	רחל
151	אשר	152	נח	153	אדם
154	חיות	155	אברהם	156	יצחק
157	יעקב	158	רובן	159	לוי
160	יהודה	161	שמואל	162	נחמן
163	חיים	164	משה	165	דוד
166	יוסף	167	מנחם	168	אליהו
169	חנניה	170	אלישבע	171	חנה
172	רחל	173	אשר	174	נח
175	אדם	176	חיות	177	אברהם
178	יצחק	179	יעקב	180	רובן
181	לוי	182	יהודה	183	שמואל
184	נחמן	185	חיים	186	משה
187	דוד	188	יוסף	189	מנחם
190	אליהו	191	חנניה	192	אלישבע
193	חנה	194	רחל	195	אשר
196	נח	197	אדם	198	חיות
199	אברהם	200	יצחק	201	יעקב
202	רובן	203	לוי	204	יהודה
205	שמואל	206	נחמן	207	חיים
208	מ				

- | | | | | | |
|------|-----|----------|------|-----|-------------------|
| | | | | | ФАЭС.11.03.02.081 |
| | | | | | |
| Изм. | Лис | № докум. | Под- | Дат | |

12. ViPNet Client for Windows 4 Руководство пользователя / 1991–2015
ОАО «ИнфоТеКС», Москва, Россия С. 12-21, с 142.

[illegible]

Приложение А

Схема сети

Приложение Б

Схема сети оптической сети

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ФАЭС.11.03.03.031.ПЗ

Лист

55