

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Кафедра _____

«ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ»

Зав.кафедрой _____

(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

« _____ » _____ 201 _____ г.
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Организация информационного
телекоммуникационной сети передачи данных
последней мили

Специальность _____

Выполнил Джанову Ренат Рашитович Группа МТС 14-5
(Ф.И.О.)

Научный руководитель Самодельникова С.В. ст. пр. Свир.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

Консультанты:

по экономической части:

доцент Бокалова Г.И.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
« 06 » _____ 201 6 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:

ст. пр. Бесимбетова А.С.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
« 06 » _____ 201 6 г.
(подпись)

по применению вычислительной техники:

к.т.н, ст. пр. Временова Ю.И.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
« 06 » _____ 201 6 г.
(подпись)

(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

« _____ » _____ 201 _____ г.
(подпись)

Нормоконтролер: Демидова Т.Д. ст. пр. м
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
« 13 » _____ 201 6 г.
(подпись)

Рецензент: Артюхин Антон Владимирович
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
« 13 » _____ 201 6 г.
(подпись)

Алматы 2016 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Факультет Радиотехники и связи

Кафедра Телекоммуникационных систем

Специальность 5В071300 - Радиотехника,
электроника и телекоммуникации

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студенту Джанвахи Ренат Раимтович
(Ф.И.О.)

Тема проекта Организация широкополосной
телекоммуникационной сети передачи данных последней мили

Утвержден приказом по университету № 148 от «19» окт. 2015 г.

Срок сдачи законченного проекта «25» 05 2016 г.

Исходные данные к проекту (требуемые параметры результатов исследования (проектирования) и исходные данные объекта):

Рабочие спектры каналов 1530-1625 нм

Затухание 1310 нм < 0,36 дБ/км; 1550 нм < 0,22 дБ/км

Диаметр волокон 1310 нм = 9,3 ± 0,5 мкм

1550 нм = 10,5 ± 1,0

Длина волны отсечки н/д

Длина волны нулевой дисперсии н/д

Перечень вопросов, подлежащих разработке в дипломном проекте, или краткое содержание дипломного проекта:

Общие сведения об организации широкополосной сети связи "последней мили" до абонента

Росты по выделенным оптическим линиям

Организация гибридной широкополосной сети "последней мили" на основе технологий FTTx

Архитектура оптических сетей доступа

Расчет гибридной широкополосной сети передачи данных "последней мили"

Безопасность индивидуальности

Бизнес - планы

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

Рис. 2.1 - Архитектура технологий FTTx

Рис. 2.2 - Типовая архитектура сетей FTTx

Рис. 2.3 - FTTN топология сети

Рис. 2.4 - Активный Ethernet

Рис. 2.5 - Различные архитектуры FTTN сети

Рис. 2.8 - Конфигурация оборудования, установленного на стороне абонента

Рис. 2.11 - Абонентская точка доступа

Основная рекомендуемая литература:

FTTx: где оптимальное место для «х» (Журнал «Сети и системы связи» №3, сентябрь 2008)

Кочина С.В., Калюжская И.П. Расчет параметров

Беспроводной связи. Учебное пособие. АИИО, Алматы, 2008

Верховский Е.И. Понимание безопасности на предприятиях розничной торговли. - М.: Высшая школа, 2008

Голышев В.Д., Кочнев Н.А. Экономика, организация и планирование предприятий связи. М., 2009

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Бизнес план	Бакарова Г.И.	01.04 - 30.05.16	
БМЮ	Великородный А.С.	01.04 - 06.06.16	
Вопрос техника	Евдокимова В.И.	01.03 - 07.06.16	
Мед. тематика	Синюшкин	1.03 - 08.06.16	Синюшкин

График подготовки дипломного проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки предоставления научному руководителю	Примечание
Общие сведения об организации	28. 01. 16	
интернет-сети общего пользования		
Технология DSL	02. 02. 16	
Доступ по выделенной оптической линии	22. 02. 16	
Организация гибридной интернет-сети	16. 03. 16	
сети "последней мили" на основе технологии FTTH		
Архитектура оптических сетей доступа	18. 03. 16	
Технология "волокно до квартиры"	11. 04. 16	
Расчет гибридной интернет-сети	13. 04. 16	
передачи данных "последней мили"		
Расчет параметров оптической части	14. 04. 16	
сети по технологии FTTH		
Расчет параметров беспроводной	16. 04. 16	
интернет-сети Wi-Fi доступа		
Безопасность взаимодействия	17. 04. 16	
Интернет-Безопасность	18. 04. 16	
Расчет освещения	18. 04. 16	
Расчет вентиляции помещения	18. 04. 16	
Бизнес-план	20. 04. 16	
Сущность проекта	20. 04. 16	
Финансовый план	20. 04. 16	

Дата выдачи задания « 19 » 10 201 5 г.

Заведующий кафедрой _____ (подпись) _____ (Ф.И.О.)

Научный руководитель
Проекта _____ (подпись) _____ (Ф.И.О.)

Задание принял к
исполнению студент _____ (подпись) _____ (Ф.И.О.)

Андатпа

Бұл тезис жобаға қалалық ортада кең жолақты телекоммуникациялық «соңғы миля» деректер желісін ұйымдастыру танысты. FTTx технологиялар негізінде абонентке ұйымдастыру кең жолақты желісі «соңғы миля» әдістерін әзірледі. Таңдау және есептеу жабдығы кең жолақты гибриді желісінің салыстырмалы талдау.

Шаралар өмір қауіпсіздігі мен бизнес-жоспарына алынды

Аннотация

В данном дипломном проекте рассмотрены вопросы организации широкополосной телекоммуникационной сети передачи данных «последней мили» в городских условиях. Проработаны методы организации широкополосной сети связи «последней мили» до абонента на основе технологий FTTx. Приведен сравнительный анализ, выбор оборудования и расчет гибридной сети широкополосного доступа.

Проведены мероприятия по безопасности жизнедеятельности и бизнес-план

Annotation

In this thesis project examined the organization of broadband telecommunications "last mile" data network in urban environments. Worked out methods of organization broadband network "last mile" to the subscriber on the basis of FTTx technologies. A comparative analysis of selection and calculation equipment broadband hybrid network.

Measures were taken for safety of life and the business plan

Содержание

Введение	7
1 Общие сведения об организации широкополосной сети связи «последней мили» до абонента	8
1.1 Технология xDSL	9
1.2 Доступ по выделенным оптическим линиям	10
1.3 Широкополосный Wi Fi доступ по беспроводному каналу	13
2 Организация гибридной широкополосной сети "последней мили" на основе технологий FTTx	14
2.1 Сравнительный анализ технологий «оптическое волокно до точки X»	14
2.2. Архитектура оптических сетей доступа	18
2.3 Свойства сети и оборудование на основе технологии абонентского широкополосного доступа FTTB	19
2.4 Технология «волокно до квартиры»	20
2.5 Активное оборудование для проектируемой сети	24
3. Расчет гибридной широкополосной сети передачи данных "последней мили"	32
3.1 Расчет параметров оптической части сети по технологии FTTH	32
3.2 Расчет параметров беспроводного широкополосного Wi-Fi доступа	38
4 Безопасность жизнедеятельности	45
4.1 Опасные факторы, присутствующие при эксплуатации ВОЛС	45
4.2 Лазерная безопасность	46
4.3 Требования безопасности при эксплуатации оборудования ВОЛС	48
4.4 Расчет освещения	50
4.5 Расчет вентиляции помещения	53
5 Бизнес – план	56
5.1 Сущность проекта	57
5.2 Финансовый план	57
5.3 Расчет доходов	63
5.4 Расчет экономической эффективности проекта	65
Заключение	68
Список литературы	69
Приложение А. Предлагаемый транспортный поток в erlang, где n - число каналов	71

Введение

Мир информационных технологий постоянно совершенствуется, появляются новые способы получения информации, как потребительские спрос, объем необходимой информации увеличивается, и, следовательно, поддержка должна соответствовать определенному уровню. Все больше и больше людей используют высокоскоростной или широкополосный доступ в это время в мире.

Широкополосный или высокоскоростной доступ в Интернет предоставляется через ряд технологий, позволяющих пользователям отправлять и получать информацию о гораздо большем масштабе и с гораздо большей скоростью, чем в случае широко доступны в настоящее время доступа в Интернет по обычным телефонным линиям. Широкополосный доступ обеспечивает не только высокую скорость передачи данных, но и непрерывное подключение к Интернету (без необходимости установления коммутируемого соединения) и так называемую двустороннюю связь, то есть возможность как получить (скачать) и передачи данных (выгрузки) на высоких скоростях [1].

Наш век характеризуется чрезвычайно быстрым развитием различных технологий глобальной широкополосной инфраструктуры. В современных линиях связи в качестве физической среды передачи данных с помощью кабеля, то есть. Е. Набор проводов, изоляции и защитных покрытий и соединительных разъемов, а также земную атмосферу и космическое пространство, через которые распространяются электромагнитные волны. В настоящее время линии связи используются три основных типа кабеля: кабель на основе витой пары медного провода, коаксиальные кабели с медной проволокой и волоконно-оптических кабелей.

В Казахстане активное строительство жилых комплексов осуществляется в крупных городах. И им нужно подключать абонентов к сети широкополосного Internet. Абоненты являются владельцами квартир, так и корпоративных клиентов. Поскольку жилой комплекс имеет различные офисы и другие сферы услуг. С этой целью в последние годы чаще всего используется технология FTTh

В рамках этой технологии включают основные принципы доступа к сети кабельной инфраструктуры, от подключения узла в указанное место (точка "х") приходит оптика, а затем к абоненту на другой, более доступной среды распространения (также возможен вариант, в который оптика заключается непосредственно до абонентского устройства). Таким образом, FTTh - это только физический уровень. Но на самом деле эта технология охватывает большее количество технологий и связи сетевого уровня. С более широкой полосы пропускания технологии FTTh можно передать большое количество новых видов услуг [1].

В этом дипломный проект будет считаться широкополосным "последней мили" на основе "волокна к абоненту" технологии.

1 Общие сведения об организации сети широкополосного доступа «последней мили» связи к абоненту

Повышение эффективности систем передачи кабельных привело к резкому повышению качества существующих телекоммуникационных услуг, а также создать ряд новых типов «последней мили» услуг: HDTV; обеспечения VoD; IP-телефония и т.д.

Для реализации вышеуказанных услуг и технологий их доступ к широкому кругу абонентов (количество которых растет в геометрической прогрессии) в настоящее время в большинстве стран и построены для работы волоконно-оптической системы высокоскоростной передачи (ВОСП). На основе волоконно-оптической технологии, установленной FoI всех уровнях: объекты, делает, городских, зональных и ствол.

Увеличение числа абонентов с повышенными требованиями к качеству и количеству услуг связи делает необходимым увеличить объем и скорость передачи не только в магистральных, зональных и городских линий связи, передается сигнал основной полосы частот, но и требования полосы частот расширение передается на абонентском участке в 1000MHz (понятие "гигагерц в доме" и "последней мили"). Для решения этой проблемы разрабатываются и начинают внедрять новые технологии: методы герметизации группы каналов, создания пассивных оптических сетей и т.д. [2].

Совершенствование и создание новых типов компонентов и устройств, на которых для создания современных воссоздания и оптических сетей связи: новые типы оптических волокон (ИСТИНА волна, вся волна, LEAF и т.д.), волоконно-оптические соединители, волоконно оптические пассивные компоненты, радиаторы и фотодетекторов и оптические усилители. Например, пассивная оптическая распределительная сеть становится основной в "последней мили". Сегодня многие специалисты готовы подтвердить, что PON (пассивные оптические сети) - идеальная технология для создания решений "последней мили" оптики.

За последние несколько лет, прогнозы аналитиков и производителей по темпам развития широкополосных сетей доступа (широкополосный) подтвердил в Казахстане.

Основой для продвижения на рынок технологии FTTx является растущий спрос массы для широкополосных услуг, не стали возможным обеспечить, используя только старения технологии ADLS. Решения на базе FTTx активно внедряются в региональных сетях крупнейших городов Казахстана. Кроме того, система, FTTx установлены в новостройках и коттеджных поселков еще на стадии строительства.

В развитии рынка FTTx в Казахстане, в дополнение к увеличению спроса на использование большего количества высококачественного контента, а также влиять на такие важные факторы, как увеличение числа крупных строительных проектов. Увеличение скорости строительства и количества

домов приводит к прокладке FTTx-сетей быстрее и экономически жизнеспособным. Несколько лет назад внимание поставщиков в основном сосредоточены на корпоративных клиентов, провайдеры услуг в настоящее время стремятся улучшить качество услуг для населения.

Последние несколько лет наблюдается повышенный интерес к FTTx и поставщиков, использующих свои сети решения, основанные на технологии ADSL. Основные причины этого - расширение спектра услуг, увеличение спроса, распространение технологии и Metro Ethernet пассивных оптических сетей (PON), амортизация волоконно-оптических изделий и оборудования, а также успех провайдеров в строительстве FTTx-сетей. Производительность по внедрению FTTx технологий подхода не то же самое: большинство региональных сетей сначала подходит для модернизации только технологии FTTH [2].

1.1 Технология XDSL

X буква, характеризующая скорость канала, а DSL - Digital Subscriber Line. Впервые название DSL была введена в 1989 году, когда он впервые пришел идею цифровой связи с использованием пары медных телефонных проводов вместо специализированных кабелей. Эта технология идеально подходит для стационарных объектов, например, для подключения персональных компьютеров и домашней локальной сети, когда вы можете использовать существующую линию с потенциально высокой пропускной способностью - телефонные линии, кабельное телевидение. Кроме того, для каждого нового соединения абоненту необходимо установить и настроить оборудование на обоих концах линии. Традиционный DSL может обеспечить зону соединения только на расстоянии 18000 футов (3 милях) от АТС, и это ограничение означает, что многие городские и пригородные районы не обслуживаются DSL. Кабель также имеет свои ограничения. Многие старые кабельные сети не были оборудованы, чтобы обеспечить обратный канал, то и модернизация дорожной сети может поддерживать высокоскоростной широкополосной сети.

ADSL - ADSL система широкополосного доступа (асимметричная цифровая абонентская линия) - "Асимметричная цифровая абонентская линия" - новая технология одновременной передачи голоса и данных по обычным "медным" телефонным каналам. существующая телефонная линия может быть использована для подключения. На абонента устанавливается сплиттер (делитель сигнала), который подключается к телефону и ADSL-модем (маршрутизатор). Пользователь может использовать телефон, факс, а также обычный аналоговый модем во время работы в сети Интернет через ADSL.

По сравнению с системами и беспроводным доступом в спутниковой, ADSL обеспечивает более высокое качество соединения, близкое к качеству волоконно-оптических линий. По сравнению с проводными выделенным каналам для ADSL не нужно, чтобы искать свободную медную пару [3].

Подключение ADSL обеспечивает:

1. С помощью специальных делителей частоты одновременно вести телефонный разговор и скачивать большие объемы данных.

2. Удобство доступа в Интернет со скоростью передачи к пользователю до 8 Мбит / с и 1 Мбит / с от него.

Способность работать аналоговые телефоны, факс-аппарат.

Асимметрия ADSL, по сути, подразумевает передачу больших объемов данных к абоненту (видео, файлы данных, программы) и небольших количеств абонента (в основном команды и запросы).

ADSL оборудование, которое устанавливается на бирже и абонентской ADSL-модем, подключенный к обоим концам телефонной линии, чтобы сформировать трехканальный высокоскоростной канал передачи данных по компьютерной сети (скорость 32Kbps / с до 8 Мб / с); высокоскоростной канал передачи данных от компьютера к сети (скорость 32Kbps / с до 1 Мбит / с); простой канал связи телефон, который несет обычные телефонные разговоры.

Скорость передачи данных, количество зависит от длины и качества телефонной линии. Асимметричный характер скорости передачи данных вводится специально, то есть. А. Удаленный пользователь Интернет обычно загружает данные из сети на свой компьютер, и идти в противоположном направлении или команды или потока данных значительно ниже скорости. Для скорости асимметрии полосы пропускной способности конечного пользователя делится между каналами и асимметричным [3].

В дальнейшем конце конечного пользователя должен быть расположен так называемый мультиплексор доступа DSLAM ADSL. Этот мультиплексор выбирает подканалы общего канала и отправляет голосовой подканал на УАТС, а также каналы высокоскоростной передачи данных передачи на маршрутизатор, подключенный к DSLAM.

При использовании опции FTTB завод оптического волокна в доме на первом этаже или на чердаке (который является более экономически эффективным) и подключается к ONU устройства (Optical Network Unit). На стороне оператора устанавливается OLT Оптический линейный терминал (оптический терминал линия). OLT является основным устройством определяет обмен параметрами трафика (например, интервалы времени приема / передачи) от ONU абонентских блоков (или ОНТ, в случае FTTH).

Дальнейшее распространение домашней сети на "витой пары".

1.2 Доступ по выделенным оптическим линиям

Подключение по выделенной линии называется подключения к сети Интернет на специально проложенной физической линии связи. До недавнего времени арендованные линии не используются в основном в соединениях корпоративного сектора, так как эти каналы обеспечивают высокую скорость и надежность соединения.

С распространением и совершенствованием технологии и оборудование было удешевление стоимости подключения по выделенным линиям, в результате чего выделенные каналы становятся все более доступными для частного пользователя. [4]

Подключение по выделенной телефонной линии - самый быстрый и качественный вид доступа в Интернет с гарантированной скоростью доступа. Выделенное соединение эффективно и целесообразно с помощью интернет-услуг в большом объеме.

Технические характеристики:

1. Абонент маршрутизатор (Cisco, RAD, Intel, Nortel и др.);
2. Кабель: V.3.5 поставляется от абонентского маршрутизатора;
3. Цифровые модемы (Orckit, Rad, Telindus, Паттон и др.);
4. Кабель: RS 530;
5. Цифровой Cross Connect (DNX, FCD, DXC).

Эта услуга обеспечивает гораздо более высокое качество и скорость соединения, чем коммутируемый доступ. Для получения гарантийного обслуживания для передачи данных с заданной скоростью, она не требует телефонной линии и модема.

Обычно в качестве выделенной линии все чаще используют оптическое волокно.

Волоконно-оптическая линия связи (ВОЛС) - волоконно-оптическая система, состоящая из активных и пассивных элементов, предназначенных для передачи информации в оптическом диапазоне. Оптический кабель (ОК), состоящий из оптических волокон из кварцевого стекла при определенной витой (волокна), заключенных в общую защитную оболочку. При необходимости, кабель может содержать прочность (армирующий), и амортизирующие элементы. Существующие ОК для его целей могут быть разделены на 3 группы: магистральных, зонавых и городских. Город ОК используется в качестве соединения между городскими биржами и узлами связи. Они рассчитаны на короткие расстояния (до 10 км), а также большое количество каналов. Градиент волокно (50/125 мкм). Длина волны 0,85 мкм и 1,3. Эти линии, как правило, линейные работы без промежуточных ретрансляторов.

Передача информации через волоконно-оптической линии связи имеет ряд преимуществ перед передачей по медному кабелю. Быстрое внедрение волоконно-оптических информационных сетей является следствием преимуществ, вытекающих из особенностей распространения сигнала в оптическом волокне [3, 4].

Широкая полоса пропускания - это связано с высокой частотой 10¹⁴ Гц. Это дает потенциальную возможность передачи по одному оптическому волокну, поток информации в нескольких терабит в секунду. Большая пропускная способность - это одна из самых важных преимуществ оптических волокон при использовании медных проводов или любой другой среды передачи данных.

Низкое затухание светового сигнала в волокне. С нынешних отечественных и зарубежных производителей промышленного волокна имеет затухание 0,2-0,3 дБ на длине волны 1,55 мкм на один километр. Низкое

затухание и дисперсия небольших участков позволяют строить линии без ретрансляцию длину 100 км и более.

Низкий уровень шума волоконно-оптический кабель может увеличить пропускную способность путем передачи сигналов различной модуляции с низким избыточного кода.

Высокая помехоустойчивость. Поскольку слой выполнен из диэлектрического материала, он устойчив к электромагнитным помехам от окружающей медных кабелей электрооборудования и способны вызвать электромагнитное излучение (линии электропередач, электрические силовые установки и т.д.). Кабели Многослойные волокнистые также нет проблем перекрестного влияния электромагнитного излучения, присущих многопарных медных кабелей.

Низкий вес и объем. Волоконно-оптический (FO) имеют меньший вес и объем по сравнению с медным кабелем на основе той же полосе пропускания. Например, 900-парный телефонный кабель диаметром 7,5 см, может быть заменен на волокна диаметром 0,1 см. Если волокно "одет" в различных защитных оболочек и самоклеящейся ленты броневой стали, диаметр ВОК составляет 1,5 см, в несколько раз меньше, чем рассматриваемый телефонный кабель.

Высокий уровень защиты от несанкционированного доступа. Поскольку ВОК почти не излучает в радиодиапазоне, а затем передают информацию на нем трудно подслушать, не нарушая при этом передачу. Системы мониторинга (непрерывного контроля) целостности оптической линии связи, используя свойства волокна высокой чувствительности, может мгновенно отключить "Хаки" ссылки, и звуковой сигнал. Сенсорные системы с использованием распределенных эффектов интерференции световых сигналов (как с помощью различных волокон и разной поляризацией) имеют очень высокую чувствительность к колебаниям, к небольшим изменениям давления. Такие системы особенно необходимы при создании связей в правительстве, банковском деле, и других спецслужб, предъявляет повышенные требования к защите данных.

Электрическая изоляция элементов сети. Это преимущество оптического волокна находится в изолирующее свойство. Клетчатка помогает предотвратить электрические "земля" петли, которые могут возникнуть, когда два сетевых устройства неизолированных сеть подключена медного кабеля имеют землю в различных точках в здании, например, на разных этажах. Большая разница потенциалов может возникнуть, что может повредить сетевое оборудование. Для волокон этой проблемы просто нет. [4]

Взрыв и пожар. Из-за отсутствия искр оптическое волокно увеличивает сетевую безопасность на химических, нефтеперерабатывающих заводов, которые обслуживают процессы с высокой степенью риска.

Стоимость ОИК. Волокно изготовлено из кварца, который основан на диоксиде кремния, широко распространен, и недорогой материал, так как, в отличие от меди. В настоящее время стоимость волокна по отношению к

медной паре соответствует как 2: 5 Этот вок может передавать сигналы на значительно большие расстояния без реле. Количество ретрансляторов на длинных линиях снижается при использовании вок. При использовании Солитоны систем передачи, достигнутых в рамках 4000 км без регенерации (то есть только с использованием оптических усилителей на промежуточных узлах) по ставкам выше 10 Гбит / с.

Длительный срок службы. Впоследствии, волокно подвергается деградации. Это означает, что затухание постепенно увеличивается в проложенному кабелю. Однако из-за преобладания современной технологии производства оптических волокон, этот процесс значительно замедляется, а срок службы ВОК составляет примерно 25 лет. В течение этого времени, он может быть заменен несколькими поколениями / стандартов приемо-передающих систем.

Удаленный источник питания. В некоторых случаях, удаленный блок питания информационной сети. Оптическое волокно не способна выполнять функцию силового кабеля. Однако, в этих случаях, могут быть смешаны, чтобы использовать кабель, как кабель обеспечен медным токопроводящих элементом, вместе с оптическими волокнами. Этот кабель широко используется как в Казахстане, так и за рубежом.

1.3 Широкополосный Wi-Fi доступ по беспроводному каналу

Технология Wi-Fi является одним из самых перспективных на сегодняшний день в области компьютерной связи. Wi-Fi (Wireless Fidelity) - в переводе с английского - "Wireless Fidelity". Технология Wi-Fi называется один из форматов передачи цифровых каналов радиосвязи. Сначала устройства Wi-Fi предназначены для корпоративных пользователей, чтобы заменить традиционные кабельные сети. Для проводной сети требует тщательного проектирования топологии сети и маршрутизации вручную многие сотни метров кабеля.

WLAN (беспроводная локальная сеть - Вы используете беспроводное соединение) - вид локальной вычислительной сети (LAN), используется для связи и передачи данных между узлами высокочастотные радиоволны, а не кабельного соединения. Это гибкая система передачи данных, которая используется в качестве расширения - или альтернатива - проводной локальной сети в пределах одного офисного здания или в пределах определенной территории. Эта технология позволяет пользователю сэкономить деньги за счет устранения необходимости прокладывать кабельные метров, а простота установки не потребует время, чтобы отремонтировать сложную и техническую работу. Расширение и реконфигурация сети для WLAN не является сложной задачей: пользовательские устройства можно интегрировать в сеть, установив беспроводные сетевые адаптеры. [4]

Беспроводные сети используют радиочастоты, как радиоволны внутри помещения проникают через стены и потолки. Диапазон или область охвата

большинства систем WLAN до 160 м, в зависимости от количества и типа препятствий, с которыми сталкиваются. Беспроводные сети, как правило, более надежные, чем кабель. Скорость скорости, сравнимой с кабельной сетью. Так же, как в обычной сети, пропускная способность сети WLAN зависит от его топологии, нагрузки, расстояние от точки доступа и т.д. Количество пользователей практически неограниченно. Она может быть увеличена, просто установив новую точку доступа. С помощью перекрываются точек доступа настроены на разные частоты (каналы), беспроводная сеть может быть расширена за счет увеличения количества пользователей в той же самой области.

Преимущества Wi-Fi:

- Позволяет расширять сеть без каких-либо кабелей, что позволяет снизить затраты на развертывание и / или расширения сети. Места, где вы не можете проложить кабель, например, на улице или в зданиях с исторической ценностью, могут обслуживаться беспроводными сетями.
- Позволяет иметь доступ к мобильным устройствам.
- Wi-Fi устройства широко распространены на рынке. Гарантированная совместимость оборудования благодаря обязательной сертификации оборудования с логотипом Wi-Fi.
- Излучение от устройств Wi-Fi во время передачи данных на два порядка (в 100 раз) ниже, чем сотовый телефон.

Недостатки Wi-Fi:

- Частотный диапазон и эксплуатационные ограничения в различных странах неодинаковы. Во многих европейских странах разрешены два дополнительных канала, которые запрещены в Соединенных Штатах; В Японии есть еще один канал в верхней части диапазона, в то время как другие страны, такие как Испания, запрещают использование низкочастотных каналов.
- Самый популярный стандарт шифрования WEP может быть взломан с относительной легкостью, даже если вы установили (из-за слабого сопротивления алгоритма). Несмотря на то, что новые устройства поддерживают более продвинутые шифрования данных WPA и WPA2 протоколов, а также много точек доступа старше не поддерживают его и требуют замены. Принятие стандарта IEEE 802.11i (WPA2) стандарт в июне 2004 года, сделала доступной более безопасную схему, которая доступна в новом оборудовании. Обе схемы требуют сильного пароля, чем те, которые обычно предназначены пользователей.

2 Организация гибридной широкополосной сети "последней мили" на основе FTTx

2.1 Сравнительный анализ технологии "волоконно до точки X»

Fiber To The X или FTTx (на английском языке волокна до x -. Оптическое волокно до точки X) - общий термин для любой сети, в которой

от подключения узла к определенному месту (точка X) достигает волоконно-оптической кабель, а затем, к абоненту - медный кабель (и вариант, в котором оптика маршрутизацией непосредственно к абонентскому устройству). Таким образом, FTTx - это только физический уровень. На самом деле, однако, это понятие охватывает большое количество технологий связи и сетевого уровня. С широкой полосой систем FTTx неразрывно связана возможность большого количества новых услуг.

Семейство состоит из различных типов архитектур FTTx:

FTTN (оптоволоконно до узла) - волокна к сетевому узлу;

FTTC (Fiber к бордюру) - волокна в окрестности, район или групповые дома;

FTTB (оптоволоконно до здания) - волокно до здания;

FTTH (волокно в дом) - волокно до дома (квартире или отдельном коттедже).

Они отличаются тем, насколько близко волоконно-оптический кабель, подходящий для пользовательского терминала (см. Рисунок 2.1)

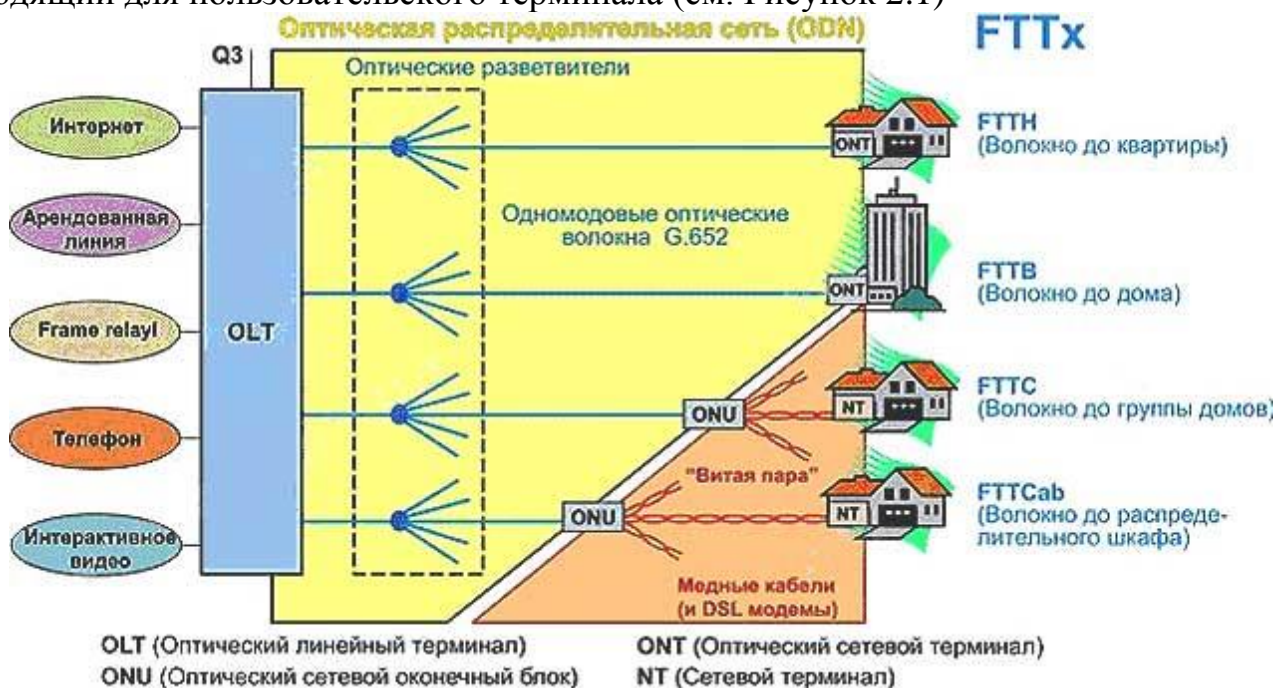


Рисунок 2.1 - Архитектура технологий FTTx [5]

Впервые появились решения, основанные на FTTN и FTTC.

Сегодня FTTN позиционируется как бюджет и быстро внедрять решения, где уже работает распределенных "медь" инфраструктуры и прокладка оптического волокна, потому что это невыгодно. Поэтому, есть связанные с этим решением проблем: низкое качество услуг через конкретные проблем, лежащих в канализации медных кабелей, значительное ограничение на скорость и количество подключений в одном кабеле.

FTTC - это улучшенная версия FTTN, лишена недостатков FTTN. В случае в основном с использованием FTTC медных кабелей, проложенных внутри зданий, которые, как правило, с длинными линиями и качеством

используемых медных проводов, обеспечивает более высокую скорость передачи данных по медной части [5].

FTTC в первую очередь предназначен для поставщиков услуг, которые уже используют XDSL и PON технологии, а также провайдеров кабельного телевидения: реализация этой архитектуры позволит им снизить расходы и увеличить количество обслуживаемых пользователей, и выделить каждому из них пропускная способность. В Казахстане этот тип соединения часто используется Ethernet-сети провайдеров за более низкую стоимость медных решений и тот факт, что оптический монтажный кабель требует высококвалифицированной установки.

Оказывается, что планируемый спектр услуг необходимых для их предоставления пропускной способности непосредственно влияет на выбор технологии FTTx. Чем выше скорость передачи данных и тем более спектр услуг, тем ближе к клиенту должен быть соответствующей оптики, и лучше в этом случае использование FTTH технологии. Если приоритетом является сохранение существующей инфраструктуры и оборудования, лучшим выбором для поставщика и клиента будет FTTB.

FTTB - волокно до здания. Установить единый терминал, а оттуда осуществляется медный кабель в квартиру. Сама квартира рожают только один кабель, который подключается к домашним роутером, а оттуда на конечные устройства. FTTB архитектура наиболее распространена, как и в строительстве сетей FTTx на основе Ethernet, она часто является единственным технически возможна схема. Кроме того, структура расходов, чтобы создать разницу сети FTTH между вариантами FTTC и FTTB относительно небольшим, в то время как отношение пропускной способности сети и эксплуатационных расходов FTTB ниже. FTTB архитектура доминирует в крупных интернет-провайдеров в модернизации сетей в жилых домах, в то время как FTTH рекомендуется только в новом малоэтажном строительстве. Это в первую очередь из-за значительно более высокую стоимость его реализации и терминального оборудования по сравнению со стоимостью сети FTTC / FTTB, отсутствие возможности пропускной способности к пользователю.

FTTH - волокно в квартиру. В квартире установлен терминальное оборудование, и у него есть медный кабель к компьютеру. Безусловно в пользу FTTH решений есть эксперты из компании Motorola. [6] Они сравнили продолжительность инвестиционного жизненного цикла к любой технологии доступа и коррелировать увеличение требований к пропускной способности каналов доступа. Наш анализ показывает, что если технические решения, которые легли в основу сегмента сети доступа сегодня, будет не в состоянии обеспечить скорость 100 Мбит / с в 2015-2016, старение оборудования состоится до конца инвестиционного цикла. Поставщик услуг должен обязательно учитывать эти данные, в противном случае она будет уязвима для конкурентов как желание пользователей услуг более высокого класса.

Преимущества FTTH архитектур:

От всех вариантов FTTx она обеспечивает высочайшую пропускную способность;

полностью стандартизированный и наиболее перспективный вариант;

FTTH решения обеспечивают массовое обслуживание клиентов в 20 км от узла связи;

Эти технологии могут существенно снизить эксплуатационные расходы - за счет уменьшения площади технических помещений (необходимых для оборудования), сокращение потребления энергии и фактических затрат на техническую поддержку.

Технологические ограничения на позициях "х" имеет в первую очередь ближайшую станцию к абонентского доступа. В большинстве случаев ситуация выглядит следующим образом: в городе, где оператор соединяется с основными жилыми и офисными зданиями, точку "х" расположен внутри здания и FTTx "превращается" в FTTB; Абоненты, например, DSL или Wi-Fi-доступа [5 - при подключении частных домов (коттеджные поселки сельской местности) используются или FTTH системы (оптика доходит до потребителя на дому) на основе технологии PON или FTTC (волокно к домашней группе)] .

Выбор положения точки "х" зависит от того, абоненты расположены в многоквартирных или в индивидуальных домах: Например, для коттеджных поселков, особенно недавно построенный, имеет смысл использовать вариант FTTH и высотных зданий может использовать архитектуру FTTB, оставляя в домах медные кабели. Даже в случае последующей полной замены таких кабелей стоит значительно меньше, чем когда такая замена кабельной системы в частном секторе.

Развертывание оборудования, действие которого заканчивается оптический компонент линии, всегда зависит от многих факторов: наличие или отсутствие альтернативной инфраструктуры, возможность "войти" дом с активным оборудованием, количество подключенных абонентов и т.д. Операторы, обладает телефонные линии в домах или коаксиальный кабель .. Они предпочитают использовать их для того, чтобы ускорить возврат инвестиций, и, следовательно, имеют тенденцию к решениям FTTC, и операторы ищут альтернативный способ приблизиться к абонентам, более вероятно, строить FTTH сетей, основанных на различных технологии, будь то GPON, Ethernet или WDM PON.

Набор услуг определяется типом и количеством интерфейсов в терминале, а также механизмов управления дорожным движением. Если вы хотите сохранить существующую инфраструктуру, то лучше сосредоточиться на системах FTTC / FTTB, которые имеют оптический интерфейс и восходящей линии-интерфейс ADSL2 + / VDSL, Fast Ethernet и FXS по отношению к абонентам. Эти системы используются в основном в бизнес-центрах, жилых комплексах, крупных предприятий с существующей медной инфраструктуры. При использовании FTTH-систем более ограниченный набор интерфейсов: один к двум Fast / порт Gigabit Ethernet, один и тот же порт FXS и, возможно, коаксиальный кабель TV интерфейс.

Организация сетей FTTx является экономически оправданным в случае высокой концентрации платежеспособных клиентов или нового строительства, когда организация кабельной (мульти-пары медных или оптических) пока решается. Желательно планировать сеть таким образом, чтобы "х" точка лежит как можно ближе к абоненту. Если рассматривать строительство новых районов и окраин, точка "х", желательно, чтобы принести непосредственно в здание. [6]

Благодаря активному продвижению услуг, в том числе "видео по требованию" и телевизором с высоким разрешением трехмерного ТВ и видео почты, точки "х" близка к абоненту. Сдерживающим фактором является только одно - высокие капитальные затраты. Провайдеры имеют в своем арсенале целый ряд объединились под единым брендом продуктов DrakaXSNet и технологий, которые могут существенно снизить эти расходы. Здесь и технологии микроволокон, полученных продувкой в микроканализации, и новые типы BendBrightXS волокон и набор программных продуктов для проектирования, строительства и сертификации сетей.

2.2. Архитектура оптических сетей доступа

Архитектура построения сетей оптического доступа характеризуется степенью приближения оптического сетевого терминала к пользователю. Сектор стандартизации Международного Союза Электросвязи (ITU-T) выделяет несколько характерных вариантов.

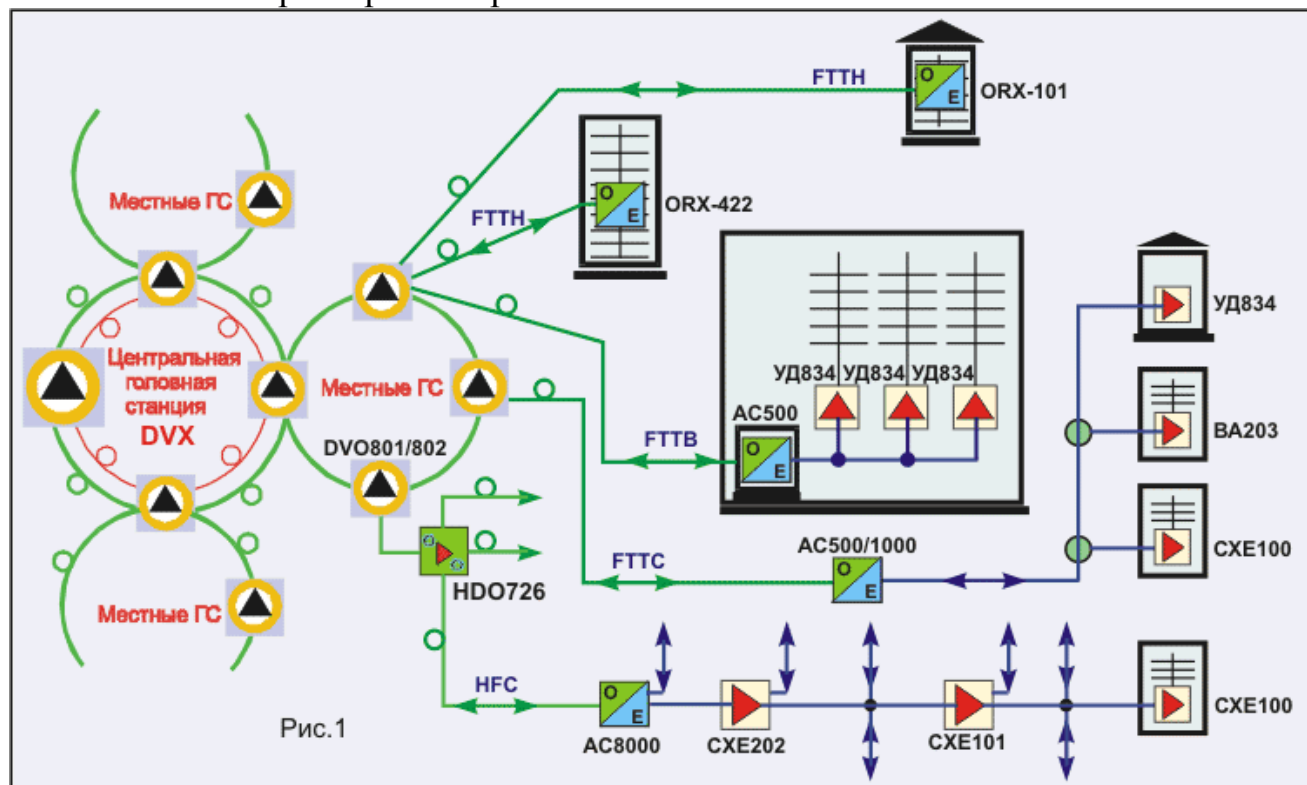


Рисунок 2.2 – Типовая архитектура сетей FTTx

Все типы архитектуры FTTx (Fiber до ...) области предполагают наличие распределения медных кабелей, но он короче, тем больше пропускная способность сети. Максимальное использование оптических технологий FTTH включает в себя структуру, в которой терминал оптической сети находится в квартире пользователя и соединен с короткими кабелями к крайевым устройствам - телефон, компьютер, телевизор и т.д.

Выбор архитектуры зависит от многих условий, и в первую очередь - от плотности абонентов размещения. Но грубо говоря, вы можете говорить в пользу использования систем FTTB для высотных жилых домов. Для частного дома или офиса, в зависимости от платежеспособности клиента и его потребности в высокоскоростных приложениях, более подходящих FTTC или FTTH [7].

В современных оптических сетях можно использовать для доступа к различным топологиям сети (узлы подключения цепи).

Выбор оптимальной топологии зависит от целого ряда факторов, связанных с конкретными условиями проектирования (плотность абонентов, их расположение, услуги и т.д.), а также основания оптической технологии.

В последнее время оптические сети доступа, интегрированные, как три технологии используются чаще всего:

- Сеть Micro SDH (Micro SDH)
- Активная сеть Ethernet (Active Ethernet, AE)
- Пассивная оптическая сеть (пассивная оптическая сеть, PON).

2.3 Свойства сети и оборудования на основе FTTB абонентской широкополосного технологии

При использовании опции FTTB завод оптического волокна в доме на первом этаже или на чердаке (который является более экономически эффективным) и подключается к ONU устройства (Optical Network Unit). На стороне оператора устанавливается OLT Оптический линейный терминал (оптический терминал линия). OLT является основным устройством определяет обмен параметрами трафика (например, интервалы времени приема / передачи) от ONU абонентских блоков (или ОНТ, в случае FTTH).

Дальнейшее распространение домашней сети на "витой пары".

Такой подход целесообразно применять в случае развертывания сети в многоквартирных домах и бизнес-центрах среднего класса (см. Рисунок 2.1). Казахстанские операторы развертывания сети FTTB только в крупных городах, но и в будущем использовании этой технологии во всем. В не FTTB не нужно запускать дорогой оптический кабель с большим количеством волокон, при использовании в качестве FTTH.

Ранее, при использовании Интернета на регулярной основе имели перерыва или скорость падения, а также техническое обслуживание не может помочь вам, ссылаясь на отсутствие технической возможности, в случае подключения к Интернету по технологии FTTB таких проблем не может быть

в принципе. Если кабель не поврежден, Интернет всегда будет работать на заявленной скорости в вашей скорости [8].

Высокоскоростной Интернет. Технология FTTB позволяет существенно увеличить объем передаваемой. Скорость подключения Интернет технологии FTTH ограничивается только тарифным планом и скорость локальной сети внутри здания, которое может быть до 1000 Мбит / с в секунду, что должно быть достаточно даже для самых требовательных пользователей. Кроме того, технология FTTV дает клиентам еще одно преимущество - это симметричный канал. Если вы используете скорость ADSL выходной канал (через который информация передается от абонента) значительно ниже, чем скорость ввода, которая может иметь решающее значение для тех пользователей, которые постоянно обмениваются файлами или видео распространяются в Интернете. Симметричный канал FTTV обеспечивает такую же высокую скорость для исходящих и входящих каналов. Кроме того, синхронная линия позволяет размещать игр и веб-сервер, прямо у себя дома, при этом нет необходимости платить веб-хостинга компании для размещения информации на сервере.

Доступ к внутренним ресурсам в домашней сети в настоящее время осуществляется со скоростью 100 Мб / с. Для всех абонентов, подключенных к сети Интернет по технологии FTTH, скорость доступа к внутренним ресурсам в пределах домашней сети не ограничивается тарифным планом. Внутри дома доступна в Интернете абонентам широкий спектр цифрового контента, включая музыку, фильмы, игры, в том числе возможность играть онлайн с другими пользователями в пределах домашней сети связаны как по технологии FTTH, так и ADSL.

Нет необходимости покупать и настроить модем. При подключении к Интернету по технологии FTTH, специалисты компании проведут оптический кабель в вашу квартиру и установить точку доступа Wi-Fi для Интернета достаточно просто включить его в сетевой порт компьютера. Купить и настроить дополнительное оборудование, такое как модем не нужно. [8]

Широкое распространение FTTH способствовало снижению цен на оптический кабель (ОК), появление дешевых оптических приемников, передатчиков и оптических усилителей (ОУ). Применение оптики в FTTH избавляет от необходимости молотого несущей кабеля исключает повреждения оборудования от статического электричества, а также облегчает координацию сети, дислоцированного в надзорные органы.

2.4 Технология «волокно до квартиры»

FTTH технологии является экономически эффективным решением в связи с использованием пассивных оптических сетей PON. Что делает FTTH еще более интересным - это легко проверить, измерение и мониторинг. Эти системы следуют те же основные принципы, как и обычные волоконно-оптической сети, так что позволяет использовать такое же оборудование для строительства и технического обслуживания.

FTTH сети (волокно до абонента) на основе волоконно-оптической сети доступа, которая соединяет большое количество конечных пользователей к центральному узлу, называется сетевой узел (PBX), узел агрегации или точки присутствия (POP). Каждый такой узел включает в себя необходимое оборудование для активных данных для конечного пользователя, с помощью оптического волокна. Каждый узел сети в крупных городах или районах, подключенных к одному волоконно-оптическим транспортным сетям.

Чтобы получить доступ к сети могут быть подключены:

антенны фиксированной беспроводной сети, такие как беспроводная LAN или WiMAX

Базовые станции мобильной связи

конечных пользователей, проживающих в частных домах или квартире
большие здания (школы, больницы, бизнес-центры)

защитные устройства (камеры видеонаблюдения, сигнализация устройства).

FTTH сеть может быть частью сети доступа.

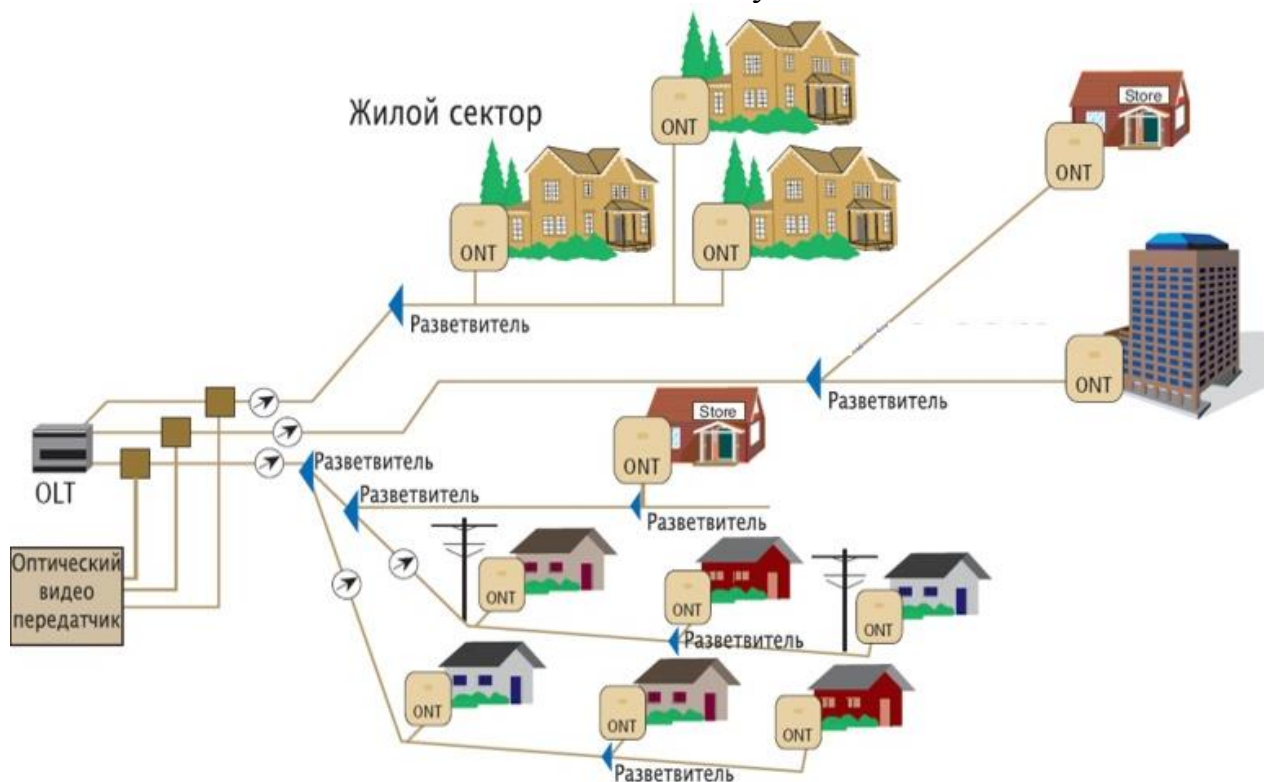


Рисунок 2.2 - FTTH топология сети [9]

Поместите развертывания FTTH сети

Задача для подключения конечного пользователя через волокно может требовать присутствия волоконно-оптической инфраструктуры, расположенной в государственной или частной.

Физическая среда развертывания FTTH сети можно разделить на:

город;

коттеджный поселок;

сельской местности;

типы зданий и заселенных - или частных жилых домов.

Физическая среда для развертывания сети зависит не только от развития различной плотности (на км²), но и от конкретных условий (тип) строительства. Эти типы домов является ключевым фактором в выборе сетевой архитектуры. Следующие типы развития:

Greenfield - новые здания, где развертывание сети будет происходить одновременно со строительством домов

Browfield - здание уже построено, но устаревшей кабельной инфраструктуры

надстраивать - здания уже построены и оснащены современной кабельной инфраструктуры

В способе развертывания сетевой инфраструктуры также влияют следующие факторы: • сетей Площадь FTTH

размер сети FTTH

Первоначальная стоимость сетевой инфраструктуры (CAPEX)

расходы на текущее обслуживание, ремонт и техническое обслуживание сетей (OPEX) • Сетевая архитектура, например, PON и Активный Ethernet.

Выбор метода и сетевого развертывания технологии определять капитальные и эксплуатационные расходы в равной степени как надежность сети. Эти инструменты могут быть оптимизированы путем выбора наиболее подходящих решений для определения типа активного оборудования в сочетании с наиболее подходящими способами построения сети. Эти методы включают в себя методы

1) с помощью стандартного оптического кабельных каналов и кабельные каналы

2) Используйте пневмораскладку технологию волокна в микротрубочек

3) С помощью кабелей, проложенных непосредственно в грунт • Используйте кабели, которые подвешены на опорах

4) Использование других «нетрадиционных» методов кабельных

Основные функциональные требования к FTTH сетей.

А) Обеспечение высокоскоростной передачи данных для каждого абонента

Б) Для того, чтобы обеспечить гибкость архитектуры сети для возможных будущих улучшений

В) Обеспечить прямое подключение каждого абонента к активному оборудованию через волокно, обеспечивая максимально возможный потенциал для добавления новых услуг в будущем.

Наиболее широко используются два способа (топология) организации FTTH сетей доступа - "точка-многоточка" на базе пассивной оптической сети PON (рисунок 2.3) и "точка-точка", которая обычно использует Ethernet (Рисунок 2.4).

В топологии "точка-точка" для распространения оптического сигнала с использованием активных сетевых устройств (коммутаторы, маршрутизаторы, мультиплексоры), в результате чего трафик, исходящий от оборудования,

расположенного в точке присутствия (POP), направляется непосредственно пользователю, которому она адресована [10].

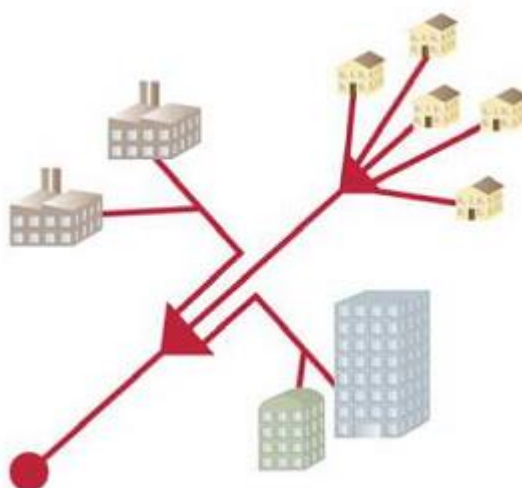


Рисунок 2.3 - пассивной оптической сети

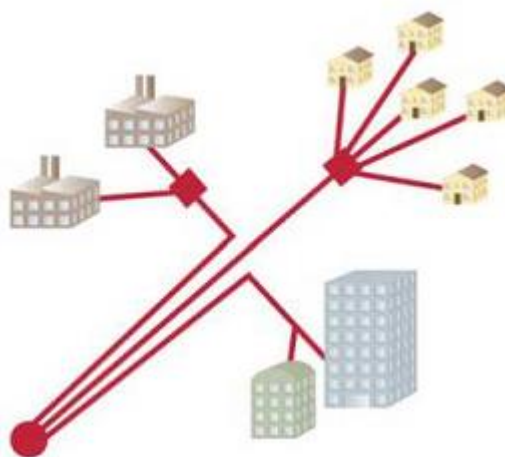


Рисунок 2.4 - Активный Ethernet

Иными словами, в этом случае, смоделированное оптическое соединение "точка - точка". Наиболее распространены в этих сетях был протокол Ethernet, а сама сеть стала известна как "активных оптических Ethernet-сетей" или активного Ethernet. Эта топология может также включать в себя технологию PON путем размещения пассивные оптические разветвители (сплиттер) в точке доступа.

Для того, чтобы создать хороший план сети, каждое решение должно основываться на достоверной информации. Поэтому важно иметь точные исходные данные, особенно данные карты, предназначенные сетевой зоны развертывания. Эта информация может быть использована с помощью программного обеспечения (инструменты) для моделирования различных сетевых топологий, чтобы выбрать оптимальный вариант построения сети. Тип и точность данных, необходимых будут варьироваться в зависимости от стадии планирования. Наиболее важные данные для планирования сети можно разделить на три категории: данные карты, данные о характеристиках активного и пассивного оборудования, данные о стоимости активного и пассивного оборудования.

Данные карты.

Необходимо учитывать географические особенности зоны развертывания сети на всех этапах планирования: топологии города, в том числе тротуаров, путепроводов и т.д.; расположение зданий и, в идеальном случае, количество потенциальных абонентов квартир и / или офисов, предприятий. Типичное отображение городских данные доступны из большой базы данных географических информационных систем (ГИС), которые также используются для автомобильных навигационных систем. Кроме того, подробные карты городов можно найти на специализированных интернет-сайтах.

Спецификация оборудования для строительства сетей.

Важно детально рассмотреть возможные типы оборудования даже на ранних этапах процесса планирования, поскольку детали могут существенно повлиять на оптимальную топологию сети - и, следовательно, для стратегического планирования. Оборудование включает в себя активные компоненты (например, сетевые Ethernet коммутаторы, OLTs и оптические терминалы PON) и пассивные компоненты (например, панель оптического распределения (ODF), волоконно-оптический соединитель, PON разветвители, ТВ кабельные каналы или микроканалы системы, кабели и волокна, пассивное устройство, оптический терминал). Начиная от спецификации оборудования, необходимо определить набор правил, которые определяют, каким образом можно использовать оборудование и в некоторых сетевых конфигурациях:

любые кабели и каналы могут быть использованы при строительстве линий связи в магистральных и распределительных сегментах;

Какое оборудование (например, разделителей) могут быть установлены в домах, узловых точках, или точек присутствия (POP) измерение которых необходимо до активации службы [11].

2.5 Активное оборудование для проектируемой сети

Выбор технологии зависит от многих факторов, в том числе демографической ситуации и географического расположения сети конкретных развертывания, инвестиций и т.д. В частности, выбранное решение сильно зависит от легкости пассивного строительства сетевой инфраструктуры. Вполне очевидно, что на современном рынке телекоммуникаций, обе технологии являются приемлемыми. В многоквартирных домах подключение конечных пользователей к коммутатору могут быть выполнены в доме с помощью медного кабеля или оптического волокна (рисунок 2.5). Однако, волокно является единственной альтернативой решения, которое обеспечивает соблюдение требований для повышения потенциала в будущем. Некоторые решения обеспечивает вторая волокно для передачи видео; в других случаях, он поступает на номер волокон (от 2 до 4), чтобы иметь конкурентное преимущество и для будущего расширения.

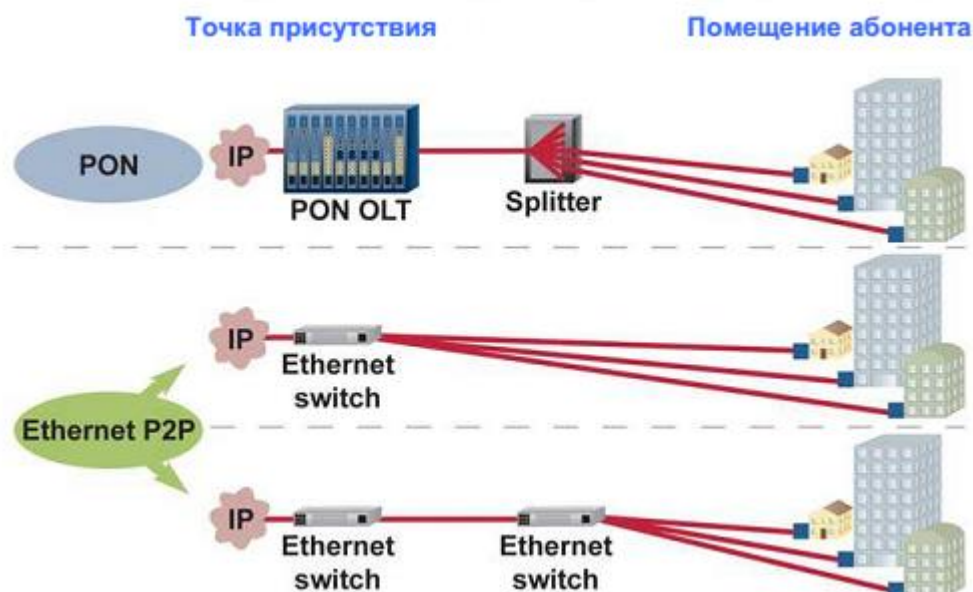


Рисунок 2.5 - Различные архитектуры FTTH сети [11]

Пассивная оптическая сеть.

Оборудование пассивной оптической сети (PON) включает в себя оптический терминал OLT (терминал оптической линии), который находится на сетевом узле / точке присутствия (POP) или мини-АТС. Каждый узел волокна отправляется из сети на пассивный оптический сплиттер, а затем выполняется соединение 64 разветвленного для конечных пользователей, каждый из которых имеет модуль оптической сети ONU (блок оптической сети) в точке прекращения волокна. модуль ONU может быть разных типов, в том числе версии для размещения внутри домов, который используется для подключения большого количества абонентов; или объединившись в существующей кабельной инфраструктуре (CAT5 / Ethernet)

Преимущества PON сетей - уменьшение количества волокон, установленных между УАТС и раскольников, не активного оборудования между OLT и ONU, способность динамически распределять пропускную способность, снижает капитальные и эксплуатационные расходы. Важно отметить, что последняя часть сети находится между последним разветвителем и конечным пользователем, точно так же, как и для создания "от точки к точке" или PON: каждый из которых подключен пользователь будет соединен с одним (или более) волокон с точки последнего местонахождения сплиттер, называется точкой концентрации волокон (FCP концентрация волокон точка) или ПКО (волокно точки гибкости). В этой уникальной особенностью PON сетей - это то, что количество волокон между узлом сети и FFP POP может быть значительно увеличена со временем. Это особенно относится к зданиям с устаревшей кабельной инфраструктурой, построенные сетевые ресурсы (несвязанные волокна и / или свободное пространство в кабельных каналах) могут быть использованы, тем самым экономя время и деньги, развертывание сети.

технологии PON.

Есть несколько PON технологии. Организация FSAN (сеть доступа с полным набором услуг) разработал общие принципы и требования к оборудованию, которые впоследствии были приняты Международным союзом электросвязи (МСЭ) в качестве стандартов. Эти стандарты включают в себя технологиюAPON, BPON, GPON и XG-PON. GPON технология обеспечивает скорость входящего потока передачи 2,5 Гбит / сек скорость передачи данных и обратный поток 1,25 Гбит / с, что позволяет подключить до 64 конечных пользователей. Технология XG-PON обеспечивает прямую скорость передачи потока 10 Гбит / с и выше по потоку скорость передачи 2,5 Гбит / с, что позволяет подключить до 128 конечных пользователей.

GPON технология обеспечивает максимальный радиус 20 км сети с оптическим бюджетом 28 дБ, с использованием оборудования с оптического сигнала коэффициентом деления 1:32 класса В +. Радиус сети может быть увеличена до 30 км от 25 www.ftthcouncil.eu уменьшить коэффициент оптического разделенным на 1:16 или с использованием оборудования более высокого класса (С), который добавляет оптическую мощность сигнала на 4 дБ и может увеличить радиус сети до 60 км. Технология 10G-EPON может также обеспечить максимальный радиус 20 км сети с оптическим бюджетом 29 дБ.

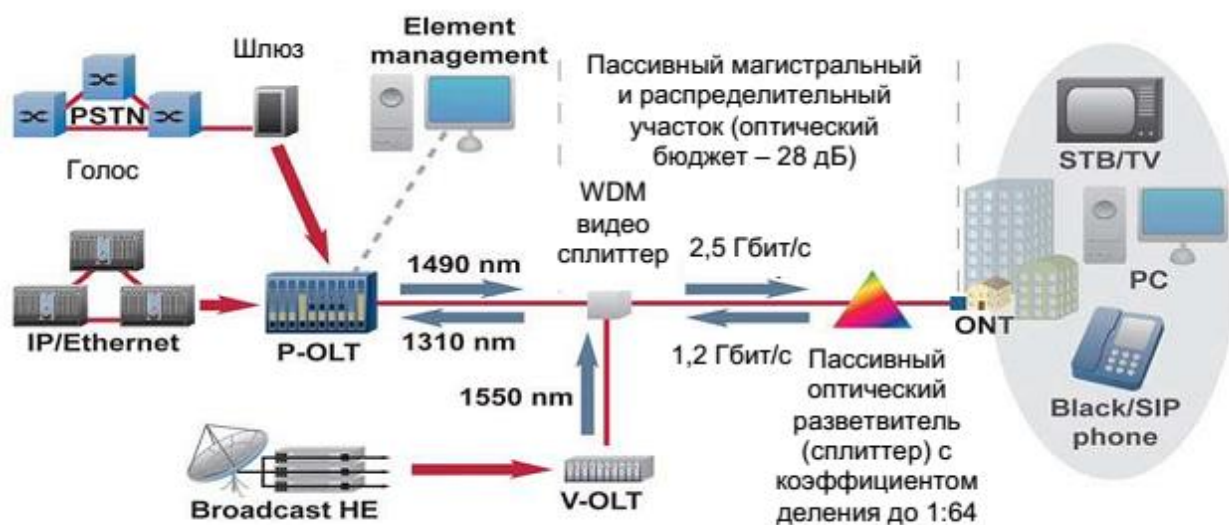


Рисунок 2.6 - Общая схема построения сети GPON [11]

дополнительная длина волны 1550 нм может быть использован для направления потока, что позволяет нам предоставлять традиционные аналоговые и цифровые телевизионные услуги пользователям. Через некоторое время, наступит время, когда это будет необходимо обновить развернутое оборудование PON с появлением новых технологий, чтобы обеспечить большую пропускную способность. Тем не менее, несколько технологий (на примере GPON и XG-PON) могут работать одновременно, используя те же оптические пассивные сетевые элементы (волокна, кабели, клеммы и распределительные устройства), но на разных длинах волн.

Активный PON оборудования.

PON Стандартное оборудование включает в себя модуль приемника (OLT) и оптических сетевых терминалов (ONU). модуль OLT обычно находится на узле сети или точки присутствия (POP). модуль OLT карты могут управлять до 8200 конечных пользователей (до 64 пользователей на одном волокне). Сетевые терминалы оптической (ONU) могут быть разных типов, в зависимости от расположения:

- расположение в помещении (I-серии)
- размещение на открытом воздухе (G-серия)
- использование бизнеса (B-серии)
- применение для сетей FTTB.

Некоторые сети построены с использованием двухуровневой стратегии ветвления называемые каскадные разделения, где, например, один делитель 8 устанавливается при концентрации волокон и других разветвители 1: 8, установленных в зданиях. В тех районах, где есть жилые дома и отдельные здания, оптимальная емкость узла может быть увеличена. В других случаях хорошо известного сигнала каскада разделения многоуровневой (Рисунок 2.7).

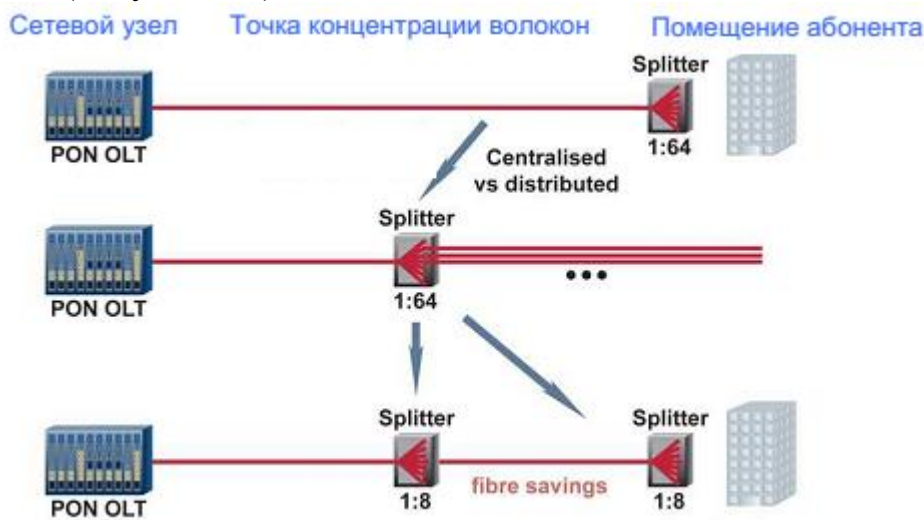


Рисунок 2.7 - Централизованное и каскадные разделение в сетях PON [11]

Ethernet «точка-точка». Сети Ethernet, как правило, на диаграмме, где каждый абонент, используя предназначен одно волокно подключен к коммутатору Ethernet, расположенном на POP сетевом узле. Такая схема построения является наиболее простым и открытым.

В проектах FTTH, как правило, происходит постепенное наращивание оптической мощности. Организация оптических волокон в МДФ позволяет увеличить количество активных портов одновременно с подключением абонентов (рисунок 2.8). Это помогает свести к минимуму количество неиспользованных активных устройств на POP сетевом узле.

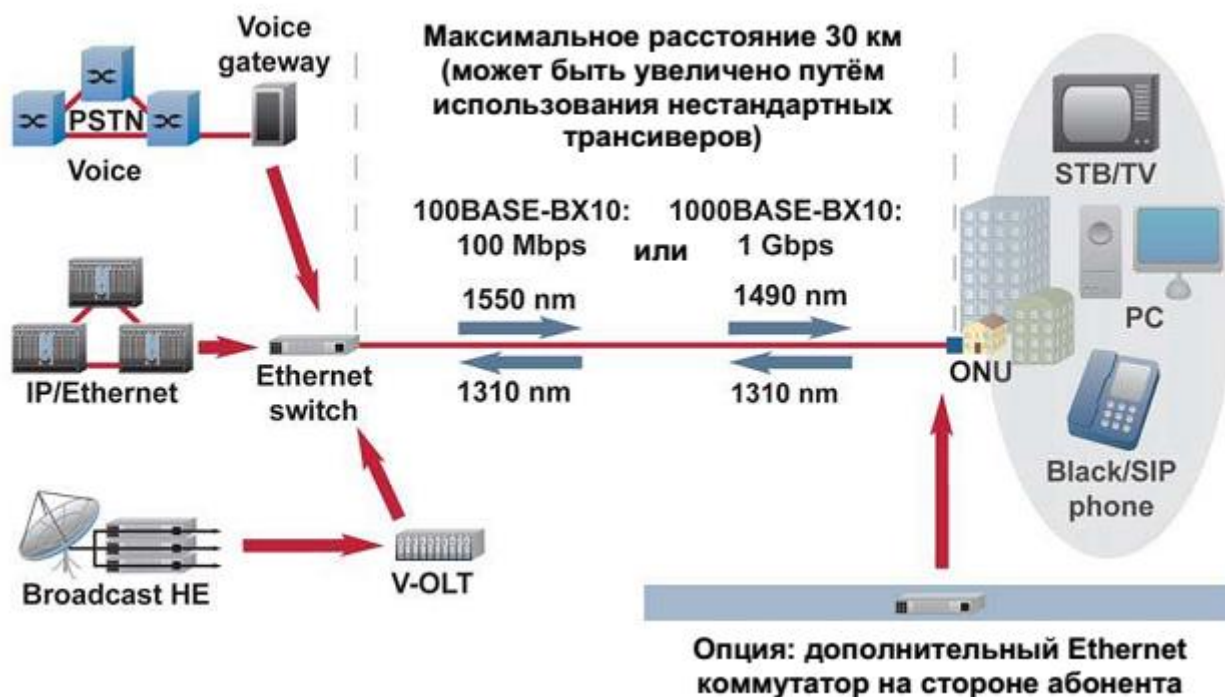


Рисунок 2.8 - Схема сети Ethernet

Оборудование в помещении заказчика.

Ethernet FTTH архитектуры включают использование территории абонентского простого подключения устройств к сети (клиент помещения оборудования, CPE), с достаточной функциональностью для связи с сетью доступа и доставки всего спектра услуг каждому абоненту. Эти устройства Ethernet CPE очень недорого и обычно размещаются в квартирах или домах абонентов. При использовании архитектуры на основе пассивной оптической сети (PON) CPE устройство (ONT) является неотъемлемой частью архитектуры, PON, как он взаимодействует с другими устройствами построения при использовании распространенных передающей среды. Кроме того, функции простого устройства Ethernet CPE (интегрированный маршрутизатор / коммутатор, поддержка VoIP, управление), архитектура устройства PON также поддерживать следующие функции: Протокол доступа PON Лазеры управления окружающей средой режим серийной съемки (взрыв режима лазеров), чтобы обеспечить ОНТ данные устройства только в определенные периоды времени, в зависимости от блока OLT высокой оптической мощности сигнала (20,4 дБ выше, чем оптические интерфейсы Ethernet) Сильное шифрование Очень высокая скорость Эти дополнительные функции отвечают за гораздо более высокую архитектуру стоимость ОНТ устройств PON, чем устройства Ethernet FTTH CPE используется топология "точка-точка" [12].

Поскольку технология GPON еще не полностью развита, взаимодействие между OLT устройством и третьей стороны ОНТ не слишком стабильна. Это похоже на ситуацию с использованием технологии ADSL на ранних этапах его реализации. В связи с описанными выше проблемами

поставщиков услуг безопасности, обычно используют сами покупать и ОНТ устройство для пассивной оптической сети, не позволяя клиентам приобрести менее дорогое устройство розничной, так как это может поставить под угрозу целостность сети доступа. Если развертывание не нужно пространства, в устройстве дешевые массового устройства Ethernet FTTH CPE может быть использован.

Кроме того, это не создает проблем с безопасностью, так как любое нежелательное операция может мгновенно обнаружить и отключить соответствующий порт коммутатора доступа. Поставщики услуг могут выбрать для покупки себя и развернуть устройства Ethernet CPE, чтобы обеспечить целостность производительности на всех пользовательских устройств в сети (например, для централизованного управления). Развитие функциональности CPE устройств для частного сектора соответствует циклам разработки нового оборудования для потребителей. Для ОНТ устройство для сети PON также развивает функциональные возможности, поставщики услуг должны внедрять новые устройства ОНТ с той же скоростью. Для того, чтобы избежать затрат на рабочую силу для замены устройств CPE, было бы целесообразно разделить CPE устройства Ethernet и PON ОНТ. Это позволит клиенту или поставщику услуг легко изменить устройство CPE. Несмотря на то, что такая модель уже существует для Ethernet FTTH сетей, это не связано с требованиями технологии. Наоборот, распространение этой технологии будет большое количество CPE (Residential Gateway) различных устройств, и абоненты смогут покупать и подключать устройства по своему выбору. [13]

На стороне абонента устанавливается два отдельных устройства: оптический модуль (ОНТ), где заделки оптоволокон; и активный абонентского оборудования (CPE), которое обеспечивает прием и обработку сигналов от сети. Оба эти устройства могут быть отдельными устройствами или интегрированы в единый блок в зависимости от разграничения сфер ответственности между поставщиком услуг и конечным пользователем (Рисунок 2.8).

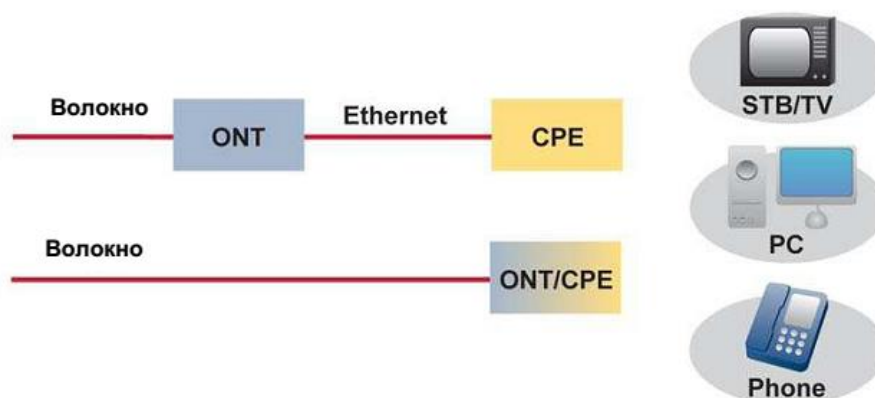


Рисунок 2.8 - Конфигурация оборудования, установленного на стороне абонента [14]

С появлением новых, более совершенных технологий и устройств возникла концепция абонентского устройства. CPE теперь позволяет объединить широкий спектр различных вариантов сети, в том числе опций и услуг, таких как прекращение волокон, маршрутизация, беспроводная локальная сеть (Wi-Fi), широковещательной сети NAT Address Translation (Network Address Translation), безопасность и противопожарный системы, а также способность поддерживать услуги VoIP и IPTV.

Есть два сценария Выбор абонентского устройства со стороны поставщиков услуг.

1) CPE, как границы, разделяющей абонентские зоны ответственности и поставщика услуг. CPE является частью оборудования, поставляемого оператором. CPE служит конец входного волокна и соединяет абонента к услугам. Поставщик услуг является владельцем CPE устройства выполняет его техническое обслуживание, а также контролирует качество услуг по передаче, в том числе пассивного мониторинга сети. Абонент подключает домашнюю сеть и устройство непосредственно к CPE.

2) сетевой интерфейс, предел разделения абонентских зон ответственности и поставщика услуг. ОНТ поставляется и поддерживается оператором, а порты Ethernet в модуле находятся за рубежом ОНТ сфере Оператор ответственности. Абонент подключает свою собственную сеть или конкретного устройства к портам ОНТ (рисунок 2.9)

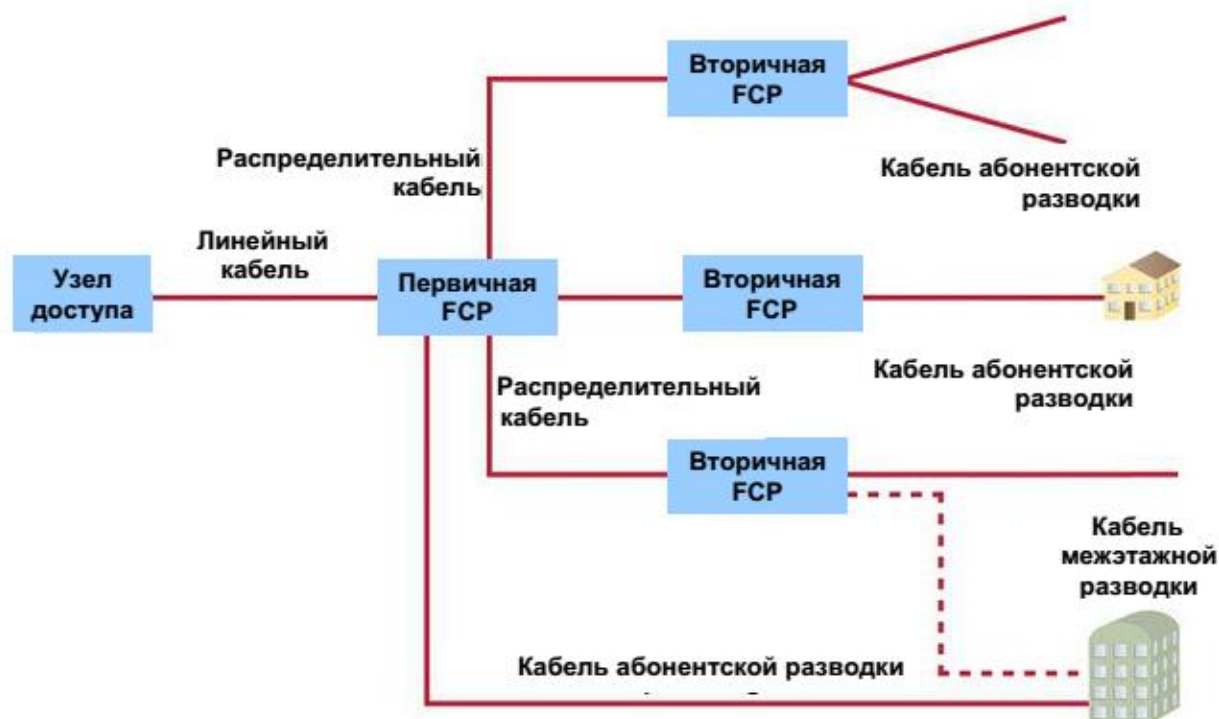


Рисунок 2.9 - Основные элементы сетевой инфраструктуры FTTH

Узел доступа, называемый также узлом сети или точки присутствия (POP), это является отправной точкой всей волоконно-оптической сети. Функционально, узел доступа содержит все активные провайдера приема и передачи оборудования, а также распределение и переключение оптических

волокон, идущих от активного оборудования, кабель ствола волокна. Физический размер точки доступа определяется размером и мощностью FTTH сети, с учетом будущего развития [15].

Модель здания в доме часть сети.

Участок внутридомовых кабелей начинается с распределительного устройства на входе в здание и заканчивается с оптическим модулем (розетка), установленный в помещении заказчика (рисунок 2.10).

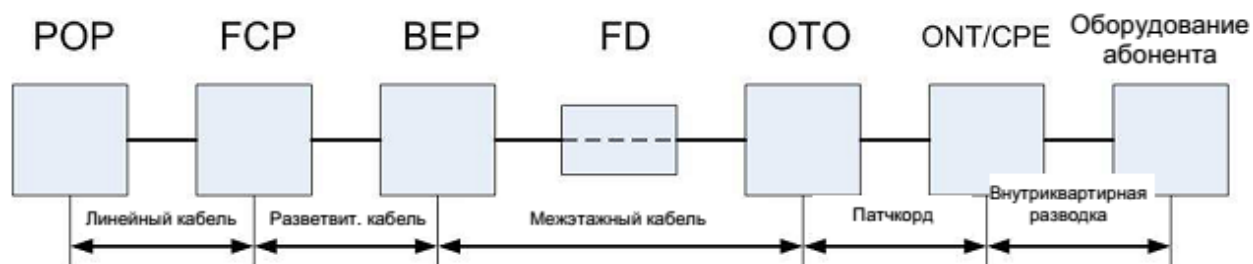


Рисунок 2.10 - построение модели сетевого сайта в доме

Элементы сетевой инфраструктуры

POP. (Точка присутствия) - узел сети или точка присутствия

FCP (Fibre Концентрация Point) - точка распределения волокна

BEP (здание Entry Point) - точка входа в здание

FD (этаж дистрибьютор) - этажное распределительное устройство

OTO (оптическая телекоммуникационная розетка) - оптический абонентское устройство

ONT (Optical Network Termination) - Терминал оптической сети (модем)

CPE (Customer Premise Equipment) - Абонентское оборудование подключено к сети

Собственные кабели могут быть двух типов.

1) Прямое подключение абонента к кабельной абонентской проводки («точка-точка»)

2) Backboard распределение волокон с / без распределительных коробок пола кабельного участка между точкой входа в здание (ТЭБ) и распределительной коробки пола или оптического абонентского устройства под названием межэтажных проводки

Оптический абонентский блок ОТО (оптический Телекоммуникации Outlet) Абонентская модуль GTR используется для прекращения горизонтальной проводкой абонентских волокон. НТР модуль оснащен оптическим разъемом для подключения шнуры от активного абонентского ОНТ / CPE оборудования.

Терминал оптической сети ONT (Optical Network Termination) терминал ONT расположен в помещении заказчика и используется для преобразования оптического сигнала, поступающего из сети FTTH, в электрический сигнал [16].

Абонентское оборудование подключается к CPE / SPE Networks (Customer Premise Equipment) абонентского оборудования для подключения к сети - это аксессуар, который позволяет абоненту получить доступ к услугам,

переданы FTTH сети (высокоскоростной доступ в Интернет, телевизор, телефон и т.д.) . Очень часто CPE оборудования является частью сети терминала ONT.

В качестве точки доступа для абонентского оборудования терминала, который используется для доступа к точке NWA-350 (рисунок 2.11).



Рисунок 2.11 – Абонентская точка доступа NWA-350

Точка Особенности Wi-Fi 802.11ag с двумя эфирными интерфейсами, функциями моста, ретранслятора и контроллера беспроводной локальной сети.

Два независимых радиоинтерфейса

скорость передачи данных до 54 Мбит / с в каждом из радиоинтерфейсов

Совместимость с оборудованием 802.11a и 802.11g

Покрытие: до 80 метров в помещении и 200 метров на открытом воздухе для 802.11a, до 100 метров в помещении и 400 метров на открытом воздухе для стандарта 802.11g

рабочая частота 2,4 ГГц, 5 ГГц

Режим моста (точка-точка, точка-многоточка), повторитель

режим беспроводной контроллер, подключение к режима беспроводного контроллера

Поддержка до 8 беспроводных идентификаторов (Multiple ESSID) на каждом из радиоинтерфейсов

Поддержка питания через Ethernet-кабель (полное соответствие стандарту 802.3af)

Приоритетность беспроводной трафика (данные, видео, голос)

Динамическое изменение скорости передачи данных

Роуминг абонентов между точками доступа

поиск незанятых радиоканал

Регулирование мощности передатчика

Клиент и реле DHCP

резервное копирование конфигурации и восстановление файлов [17]

3. Расчет гибридной широкополосной сети передачи данных "последней мили"

3.1 Расчет параметров оптической части сети по технологии FTTH

Исходя из условий маршрута, способ прокладки, я выбрал следующий кабель марки DPS - 08E04, производство завода "ОПТЕН" (Россия, г. Санкт - Петербург) с NZDSF (волокно с ненулевой смещенной дисперсией).

Кабельные особенности:

- 12 одномодового стекловолокна;
- Рабочая длина волны 1310 нм и 1550 нм;
- Центральная трубка с волокнами;
- Центральная труба полностью заполнена;
- Внешняя оболочка из полиэтилена;
- Подходит для установки в кабельных каналах.

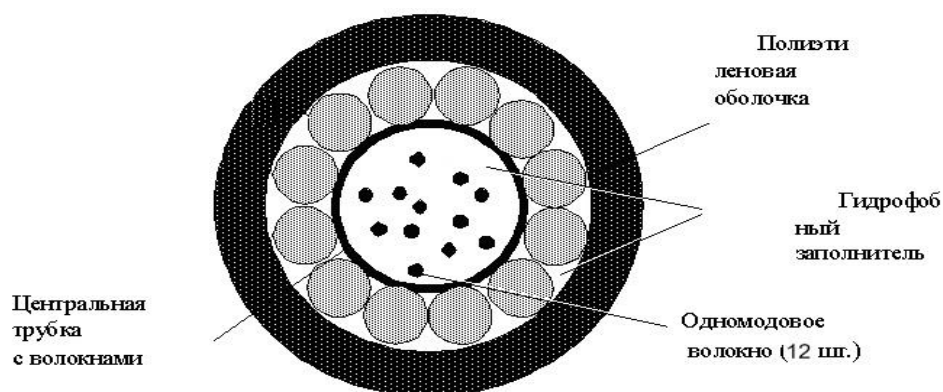


Рисунок 3.1 - Волоконно - оптический кабель типа ДПС – 08E04

Таблица 3.1 – Параметры промышленного волокна Оптен

Фирменное обозначение		08E04
Тип волокна		ДПС
Соответствие стандарту ITU-T		G.655
Рабочие окна прозрачности, нм		1530-1625
Затухание, дБ/км	1310 нм	<0,36
	1550 нм	<0,22
Диаметр поля моды, мкм	1310 нм	9,3±0,5
	1550 нм	10,5±1,0
Длина волны отсечки (кабеля/волокна), нм		н/д
Длина волны нулевой дисперсии, нм		н/д
Дисперсия хроматическая, пс/(нм·км)	1310 нм	н/п
	1550 нм	3,5
Дисперсия поляризованной моды PMD, пс / $\sqrt{\text{км}}$		<0,2

Дисперсия PMD для протяженной линии, $пс / \sqrt{км}$	<0,085
----------------------------------------------------------	--------

3.1.1 Расчет числовой апертуры волоконного световода

Наиболее важным параметром обобщенного оптического волокна является диафрагма. Числовая апертура - угол между оптической осью и образующей конуса света, попадающего в конец оптического волокна, в котором условие полного внутреннего отражения [18].

Рассчитаем показатель преломления n_2 оболочки. На основе оптических характеристик кабеля числовой апертурой $NA = 0,11$.

Известно, что:

$$NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}, \quad (3.1)$$

где n_1 – показатель преломления сердцевины, 1,4681.

Тогда:

$$n_2 = \sqrt{n_1^2 - NA^2}, \quad (3.2)$$

$$n_2 = \sqrt{1,4681^2 - 0,11^2} = \sqrt{2,1553 - 0,0169} = 1,4639.$$

3.1.2 Расчет нормированной частоты

Важнейшим обобщённым параметром волоконного световода, используемым для оценки его свойств, является нормированная частота V .

Она определяется из выражения:

$$V = \frac{2 \cdot \pi \cdot a (n_1^2 - n_2^2)}{\lambda}, \quad (3.3)$$

где: a – радиус сердцевины оболочки, $a = 4,5$ мкм;

n_1 – показатель преломления сердцевины, $n_1 = 1,4681$;

n_2 – показатель преломления оболочки, $n_2 = 1,4639$.

$$V = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 4,5 \cdot 10^{-6} \cdot 0,11}{1,31 \cdot 10^{-6}} = 2,3741$$

Произведем расчет параметров кабеля, исходя из того, что мы имеем одномодовые волокна со ступенчатым профилем показателя преломления с

диаметром сердцевины $2a = 9\text{мкм}$ и критической длиной волны $\lambda_c = 1250\text{нм}$, диаметр поля моды $2\omega_0$ при длине волны 1550 нм [3].

$$2\omega_0 \approx \frac{2,6 \cdot \lambda}{V_c \cdot \lambda_c} \cdot 2a, \quad (3.4)$$

где λ – рабочая длина волны, $\lambda = 1310\text{ нм}$;

λ_c – критическая длина волны, выше которой в световоде направляется только основная мода, $\lambda_c = 1250\text{ нм}$;

V_c – критическая нормированная частота, для одномодового режима $V_c = 2,405$.

$$2\omega_0 = \frac{2,6 \cdot 1310}{2,405 \cdot 1550} \cdot 9 = 10,96\text{мкм}$$

Это означает, что вы можете выбрать РН с диаметром сердцевины до 10 микрон. Принимая во внимание, что граница между ядром волокна двух сред - оболочки прозрачное стекло, возможно, не только отражение оптического луча, и его проникновение в кожу. Для того, чтобы не допустить перехода энергии к оболочке и излучения в окружающую среду должны соблюдаться условие полного внутреннего отражения и диафрагмы [5].

Известно, что переход от среды с более высокой плотностью, в среде с более низкой плотностью, то есть, когда $n_1 > n_2$, волна при определенном угле падения полностью отражается и переходит в другую среду. Угол падения, при котором вся энергия отражается от границы раздела двух сред, в то время как мусор $= \theta$, называется углом полного внутреннего отражения:

$$\sin \theta = \frac{n_2}{n_1} = \sqrt{\frac{m_2 \cdot \epsilon_2}{m_1 \cdot \epsilon_1}}, \quad (3.5)$$

где m и ϵ - соответственно магнитная проницаемость и диэлектрическая проницаемость сердечника (m_1, ϵ_1) и оболочки (m_2, ϵ_2).

При мусора $< \theta$ в преломленный луч проходит вдоль границы между «ядро - оболочка», а не излучаемой в окружающее пространство.

Когда мусора $> \theta$ в энергии, получаемой от ядра полностью отражается и распространяется через оптическое волокно. Чем больше угол падения, мусора $> \theta$ в диапазоне до 90 градусов в лучших условиях распространения и тем быстрее волны приходит к принимающей стороне. В этом случае вся энергия не концентрируется в сердцевине волокна и, собственно говоря, не выбрасывались в окружающую среду. Когда угол луча падения меньше угла полного отражения, мусора $< \theta$, энергия проникает через мембрану, излучается во внешнее пространство через оптической передачи волокна и неэффективна.

Общий режим внутреннего отражения определяет состояние подачи света на переднем конце оптического волокна. Волоконно-оптический пропускает только свет, заключенный внутри телесного угла, величина которого обусловлена углом полного внутреннего отражения θ_c . Этот телесный угол и характеризуется числовой апертурой.

Между углами полного внутреннего отражения в апертурного угла пучка и падения, и существует корреляция. Чем больше угол, тем меньше апертура волокна. Он хочет, чтобы угол падения на границе ядро - мусор оболочки был больше угла полного внутреннего отражения θ_c и колебалась от до 90 градусов, а угол входного волокна пучка в конец ш посадки в отверстие угол α ($\alpha > \theta_c$).

Критический угол θ_c , при котором условие полного внутреннего отражения:

$$\theta_c = \sqrt{1 - \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2} = \sqrt{1 - \left(\frac{1,4639}{1,4681}\right)^2} = 0,075 \text{ рад} \approx 4,3^\circ \quad (3.6)$$

Зная показатели преломления оболочки n_2 и сердцевины n_1 рассчитаем относительную разность показателей преломления Δ :

$$\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1} = \frac{1,4681 - 1,4639}{1,4681} = 0,00286 \approx 0,286 \%$$

3.1.3 Определение пропускной способности проектируемой ВОЛС

Полоса пропускания оптического кабеля измеряется в (Гц·км) и определяется:

$$W = \frac{0,44}{\tau}, \quad (3.7)$$

где τ – результирующая дисперсия оптического волокна, с/км,.

Так как для организации связи используется кабель с одномодовым оптическим волокном, а в нем присутствует только хроматическая дисперсия, то для одномодового ОВ пользуются значениями дисперсии, нормированными на нанометр ширины спектра источника и километр длины волокна, которое называют удельной хроматической дисперсией.

Удельная дисперсия измеряется в пс/(нм·км). Хроматическая дисперсия, с/км, связана с удельной хроматической дисперсией соотношением:

$$\tau_{\lambda P} = D(\lambda) \cdot \Delta\lambda, \quad (3.8)$$

где $D(\lambda)$ - удельная хроматическая дисперсия, пс/(нм·км); $\Delta\lambda$ - ширина спектра излучения источника, нм.

Значение удельной хроматической дисперсии $D(\lambda)$ для расчета хроматической дисперсии τ_{xp} по формуле (4) берем из таблицы №5

$$D(\lambda) = 3,5 \text{ пс/(нм·км)}$$

$$\Delta\lambda = 2 \text{ нм}$$

Подставляя все необходимые значения в выражения (3.7) и (3.8), получаем

$$\tau_{xp} = 3,5 \cdot 10^{-12} \cdot 2 = 7 \cdot 10^{-12} \text{ с/км}$$

$$W = \frac{0,44}{7 \cdot 10^{-12}} = 6,28 \cdot 10^{10} \text{ Гц·км}$$

Полученное значение W является удельной полосой пропускания, чтобы получить пропускную способность кабеля разделим ее на длину кабельной трассы:

$$L_{опт} = 20 \text{ км}$$

$$\frac{6,28 \cdot 10^{10}}{20} = 3,14 \cdot 10^9 \text{ Гц.}$$

3.1.4 Определение суммарных потерь в оптическом тракте

Параметры полной совокупности элементов кабельной системы должны удовлетворять следующему неравенству:

$$\sum L_j \alpha_j + n_{н.с} a_{н.с} + n_{р.с} a_{р.с} + n_n A_\Delta + 3 \leq \mathcal{E}_\Pi, \quad (3.9)$$

где L_j – общая длина отрезка оптического кабеля j – того типа, причем $\sum L_j = L$ – общая длина оптического тракта;

α_j – коэффициент затухания оптического кабеля j – того типа;

A_Δ – потери при переходе с волокна с одним диаметром сердцевины на волокно с другим диаметром или при соединении волокон с одинаковым диаметром сердцевины, но с различной числовой апертурой;

n_n – количество точек перехода;

3 – энергетический запас, принимаемый обычно равным 2-3 дБ и расходуемый в процессе эксплуатации волоконно-оптического канала связи на старение элементов, введение сростков новых неразъемных соединителей при ремонтах, модернизациях и т.д.

\mathcal{E}_Π – энергетический потенциал аппаратуры, численно равный общему допустимому затуханию оптического сигнала в тракте

Подставляя все необходимые значения в выражение (3.9), проверяем выполнение этого неравенства:

$$127,2 \cdot 0,2 + 2,5 + 0,06 + 6 \cdot 0,2 + 2 \leq 34$$

$$29,2 \leq 34$$

Неравенство верно.

Расчеты проводились из предположения, что используются:

- автоматический сварочный аппарат - FSM-30S Fujikura с типовыми потерями на стыке 0,02 дБ;

- разъемные соединения типа SC (керамика) со средними потерями на длине волны 1,3 мкм для одномодового волоконного световода 0,25 дБ.

3.1.5 Расчет полного запаса мощности системы

Энергетический потенциал с учетом потерь на ввод и вывод энергии из волокна, или полный запас мощности системы, дБ, можно определить по формуле:

$$П = P_{\text{пер}} - a_{\text{вх}} - a_{\text{вых}} - P_{\text{пр мин}}, \quad (3.10)$$

$$П = -4 - 0,25 - 0,25 - (-36) = 31,5 \text{ дБ.}$$

3.1.6 Расчет энергетического запаса

Энергетический запас системы определяют как разность между полным запасом мощности и суммарным затуханием. Значение энергетического запаса работоспособной системы должно быть положительным.

$$П - a_{\Sigma} \geq 0 \quad (3.11)$$

Подставляя значения в выражение (3.16), проверяем выполнение этого неравенства:

$$31,5 - 8,56 = 22,94 \geq 0,$$

неравенство верно.

Полученное значение энергетического запаса системы, оказалось положительным, что говорит о ее работоспособности.

3.2 Расчет параметров беспроводного широкополосного Wi-Fi доступа

3.2.1 Расчет моделей распространения радиоволн внутри помещений

Большое количество беспроводных сетей передачи данных в настоящее время работает внутри зданий. В последние годы, различные модели прогнозирования разработаны внутренней среды в помещении в диапазоне частот от 500 МГц до 5 ГГц. Каждая из этих моделей имеет свои преимущества и недостатки.

Предлагаемые на сегодняшний день модели каналов связи внутри зданий не в полной мере учитывают их характеристики, так что не удовлетворительной точности расчета. Еще одним недостатком этих моделей является их «нестабильность» к объему исходных данных. "Устойчивое" модель служит в качестве грубой оценки уровня сигнала с минимальным количеством исходных данных о строении или города и приводит к повышению точности в расширении информации. Используемые в настоящее время модели начинают работать только после того, как достаточно полный набор оригинальной компоновки данных здания (или город), и не обеспечивают существенное улучшение точности в их пополнении.

Инструменты для моделирования внутреннего распространения можно разделить на следующие четыре группы:

Статистические модели. Эти модели не требуют никакой информации о стенах здания. Вам нужно всего лишь ввести описание здания (офис, гостиница, больницы, старый и т.д.).

Эмпирические модели с прямым путем распространения (одной линии). Они основаны на прямом пути между передатчиком и приемником, никакие другие лучи не лечить /

Эмпирическая модель многолучевого распространения. Этот новый подход основан на распространение многолучевого между передатчиком и приемником. Различные типы путей вычисляются, и параметры, которые используются для прогнозирования.

Модели, основанные на геометрической оптики. СВЧ-диапазона могут быть описаны модели распространения квазиоптического, рассматривая отражение и дифракции на стенах в углах. Создание различных подходов, таких как трассировка лучей (для трассировки лучей) и пуска пучка.

Каждая группа содержит различные варианты реализации основной идеи, но все модели, принадлежащих к той же группе, приводит к примерно аналогичных результатов и имеют те же преимущества (и недостатки).

Статистическая модель распространения

Наиболее популярной реализации статистической модели является модифицированная модель свободного пространства. Для антенны базовой станции мощность передачи P_t и G_t коэффициентом усиления, напряженность поля определяется E_e

$$E_e^2 = \frac{P_t G_t Z F_0 c_0^2}{(4\pi f) 2d^n}. \quad (3.12)$$

В большинстве случаев потери на трассе L_f используются для того, чтобы охарактеризовать канал.

Использование получаемой мощности P_R в уравнении

$$P_R = \frac{P_t G_t c_0^2}{(4\pi f)^2 d^n} \quad (3.13)$$

приводит к уравнению для потерь на трассе

$$L_0 = 10 \lg(P_t) - 10 \lg(P_R);$$

$$L_0 = 10 \lg \frac{(4\pi f)^2 d^n}{c_0^2 G_t}. \quad (3.14)$$

Вместо точного расположения и материала стен, более общий подход реализуется, где высокие потери при прохождении стен ведут к увеличению показателя n . Таким образом, разные типы зданий характеризуются разными значениями параметра n , внутри здания $n = 2$.

Определить получаемую ТД мощность P_R , Вт, если БС передает мощность P_t , Вт, имеет коэффициент усиления антенны БС G_t , дБ. носимая станция находится на расстоянии от БС d , м внутри здания с параметром n . Частота f , МГц.

Рассчитаем и проверить потери на линии L_0 .

Мощность БС $P_t = 100$ мВт;

коэффициент усиления антенны БС $G_t = 7$ дБ (5 раз);

расстояние между БС и МС $d = 100$ м;

параметр n внутри здания $n = 2$;

частота $f = 2400$ МГц.

Потери на трассе между БС и ТД

$$L_0 = 10 \lg \frac{(4\pi f)^2 d^n}{c_0^2 G_t} = 10 \lg \frac{(4 \cdot 3,14 \cdot 2,4 \cdot 10^9)^2 \cdot 100^2}{(3 \cdot 10^8)^2 \cdot 5} = 1339 \text{ (31,2 дБ)}.$$

Мощность, получаемая ТД

$$P_R = \frac{P_t G_t c_0^2}{(4\pi f)^2 d^n} = \frac{0,1 \cdot 5 \cdot (3 \cdot 10^8)^2}{4 \cdot 3,14 \cdot 2,4 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 100^2} = 75 \text{ мВт. (-11,2 дБм)}$$

Проверка правильности решения:

$$L_0 = 10 \lg(P_t) - 10 \lg(P_R) = 20 - (-11,2) = 31,2 \text{ дБ}.$$

Чувствительность приемника точки доступа $E = -81$ дБм $< P_R = -11,2$ дБм.

Если $P_R > E + R_{\text{ex}}$, где R_{ex} – входное сопротивление приемника, то прием возможен. Проверяем:

$$-11,2 > -81 + 10\lg 50 = -81 + 16,9 = -64.$$

Таким образом, делаем вывод, что прием WiFi сигнала возможен.

3.1.2 Расчет потерь на трассе внутри помещения

Модель потерь на трассе внутри помещения, выраженная в дБ, представляет собой следующую форму

$$L = 37 + 20\lg(d) + \sum K_{WI} L_{WI} + 18,3q^{[(q+2)/(q+1) - 0,46]}, \quad (3.15)$$

где d – расстояние между приемником и передатчиком, выраженное в метрах;

K_{WI} – количество пересекаемых стен типа i ;

L_{WI} – фактор потерь на стене типа i ;

q – количество пересекаемых межэтажных перекрытий.

Рассмотрены два типа стен внутри здания: легкие внутренние стены с фактором потерь в 3,4 дБ и стандартные внутренние стены с фактором потерь в 6,9 дБ.

Если не моделировать внутренние стены индивидуально, внутренняя модель потерь представляет следующее выражение:

$$L = 37 + 20\lg(d) + 18,3q^{[(q+2)/(q+1) - 0,46]}, \quad (3.16)$$

Рассчитаем потери на трассе внутри помещения L , дБ, если известно

d – расстояние между приемником и передатчиком, выраженное в метрах; K_{WI} – количество пересекаемых стен типа i ; L_{WI} – фактор потерь на стене типа i ; q – количество пересекаемых межэтажных перекрытий.

$$d = 100 \text{ м}; K_{WI} = 4; L_{WI} = 6,9 \text{ дБ}; q = 3.$$

$$L = 37 + 20\lg(100) + 4 \cdot 6,9 + 18,3 \cdot 3^{5/(4-0,46)} = 150 \text{ дБ}.$$

Рассчитаем потери на трассе без моделирования внутренних стен индивидуально, если известно d – расстояние между приемником и передатчиком, выраженное в метрах; q – количество пересекаемых межэтажных перекрытий

$$d = 100 \text{ м}; q = 3.$$

$$L = 37 + 20\lg(100) + 18,3 \cdot 3^{5/(4-0,46)} = 133 \text{ дБ}.$$

Одноэтажные модели

Эти модели используются, когда передатчик и приемник расположены на одном этаже внутри здания.

Потери на линии связи в помещении PL_m в дБ

$$PL_m = PL(d_0) + 10n \cdot \lg(d/d_0), \quad (3.17)$$

где d_0 - исходное расстояние, обычно 1 м для внутренней среды;

$PL(d_0)$ - соответствующая потеря в свободном пространстве;

n - показатель степенной зависимости от расстояния.

Для внутренних ситуаций величина n зависит от несущей частоты и от типа и планировки здания. В литературе можно найти значения n до 5.5, для сильно загроможденных путей.

Модель потерь, основанная на ослабляющем факторе перегородки, учитывает потери на перегородках для оценки внутренних потерь на линии связи. На распространение сигнала внутри здания влияют строительные материалы стен и другие перегородки внутри здания. Так, эта модель в сравнении с d_n моделью вводит дополнительные потери из-за влияния стен и перегородок. Формула для внутренних потерь в этой модели следующая:

$$PL_m = PL(d_0) + 10n \lg\left(\frac{d}{d_0}\right) + \sum P_k AF_k, \quad (3.18)$$

Когда радиосигнал проходит через P_k перегородок или стен класса k , каждая из них приносит ослабление, выражаемое в AF_k факторе. Сумма представляет полную потерю на трассе, вызываемую всеми перегородками на данном этаже, преграждающими сигнал.

Фактор потерь для легких внутренних стен 3,4 дБ, для стандартных внутренних стен 6,9 дБ.

Рассчитать потери на линии связи в помещении, если известно d_0 - исходное расстояние, обычно 1 м для внутренней среды; $PL(d_0)$ – потери в свободном пространстве; n – показатель степенной зависимости от расстояния.

$d = 100$ м; $d_0 = 1$ м, $f = 2400$ МГц; $n = 2$.

Потери в свободном пространстве на расстоянии 1 м

$$PL(d_0) = 32,44 + 20 \lg 0,001 + 20 \lg 2400 = 40 \text{ дБ},$$

$$PL_m = 32 + 10 \cdot 2 \cdot \lg(100/1) = 72 \text{ дБ}.$$

Определить дополнительные потери из-за влияния стен и перегородок PL_m , дБ, если известно d_0 – исходное расстояние, обычно 1 м для внутренней среды; n – показатель степенной зависимости от расстояния, $P_{k \text{ легк.}}$ – число

легких перегородок или стен класса k , $P_{k \text{ станд.}}$ – число стандартных перегородок или стен класса k .

$$d = 100 \text{ м}; d_0 = 1 \text{ м}, f = 2400 \text{ МГц}; n = 2, P_{k \text{ легк}} = 2; P_{k \text{ станд}} = 3.$$

$$PL(d_0) = 32,44 + 20 \lg 0,001 + 20 \lg 2400 = 40 \text{ дБ},$$

$$PL_m = 32 + 10 \cdot 2 \cdot \lg(100/1) + 2 \cdot 3,4 + 3 \cdot 6,9 = 99,5 \text{ дБ}.$$

Многоэтажные модели

Эти модели применимы, когда передатчик и приемник располагаются на разных этажах. Модель потерь на линии связи в зависимости от расстояния также выражается уравнением (3.26), но рассматриваются большие значения n . В случаях вплоть до трех перекрытий значение n обычно находится между 4 и 5.5

Модель потерь, основанная на ослабляющем факторе межэтажных перекрытий, выражается уравнением (3.27), но в явной форме добавлен эффект потерь, вызванных промежуточными перекрытиями. Дополнительная потеря выражена этажным ослабляющим фактором, обозначенным FAF . Таким образом, формула становится следующей:

$$PL_m = PL(d_0) + 10n \lg \left(\frac{d}{d_0} \right) + FAF. \quad (3.19)$$

В многоэтажном здании необходимо одновременно учитывать перегородки и многоэтажные потери. Полная формула внутри зданий, применимая для покрываемых регионов:

$$PL_m = PL(d_0) + 10n \lg \left(\frac{d}{d_0} \right) + \sum P_k AF_k + FAF. \quad (3.20)$$

Типичные значения FAF составляют около 15 дБ для одного этажа и еще 5-12 дБ на каждый дополнительный этаж, вплоть до пяти этажей. При рассмотрении более 5 этажей нет существенного увеличения FAF .

Определить потери в 9-х этажном здании PL_m , дБ, если известно d_0 - исходное расстояние, обычно 1 м для внутренней среды; n - показатель степенной зависимости от расстояния, $P_{k \text{ легк}}$ - число легких перегородок или стен класса k , $P_{k \text{ станд.}}$ - число стандартных перегородок или стен класса k , число этажей в здании.

$$d = 100 \text{ м}; d_0 = 1 \text{ м}, f = 2400 \text{ МГц}; n = 2, P_{k \text{ легк}} = 2; P_{k \text{ станд}} = 3, N_9 = 9$$

Отсюда

$$FAF = 15 + 2 \cdot 10 = 35 \text{ дБ}.$$

$$PL(d_0) = 32,44 + 20\lg 0,001 + 20\lg 2400 = 40 \text{ дБ},$$

$$PL_m = 32 + 10 \cdot 2 \cdot \lg(100/1) + 2 \cdot 3,4 + 3 \cdot 6,9 + 32 = 132 \text{ дБ}.$$

Определить передаваемую мощность передатчика БС P_t . Сравнить с $P_{\text{макс}} = 100 \text{ мВт}$ (20 дБм). Сделать вывод о возможности приема.

Исходные данные: чувствительность приемника БС $E = -81 \text{ дБм}$ (0,09 мВ), входное сопротивление $R_{\text{вх}} = 50 \text{ Ом}$, потери в здании $PL_m = 132 \text{ дБ}$

$$P_b = E \cdot R_{\text{вх}} + L_m \text{ (дБ)},$$

$$E(\text{дБ}) = 20 \lg(0,35 \cdot 10^{-6}) = -129 \text{ дБ},$$

$$E \cdot R_{\text{вх}} = -81 + 10 \lg 50 = -81 + 17 = -64 \text{ дБ},$$

$$P_b = -64 + 132 = 58 \text{ дБ}.$$

Минимально допустимая мощность сигнала на входе приемника точки доступа ТД с учетом запаса на внутрисистемные помехи и выигрыш от обработки равна:

$$P_{\text{прМС}} = P_{\text{ш}} + (E_b/N_0)_{\text{треб}} - G_{\text{обр}} - L_n - G_{\text{хо}} \text{ (дБмВт)},$$

где $(E_b/N_0)_{\text{треб}}$ - минимально допустимое значение E_b/N_0 на входе приемника для данного типа сервиса составляет 4,8 дБ при скорости абонента 3 км/ч;

$$G_{\text{обр}} = 10 \lg(R_{\text{чип}}/R_{\text{польз}});$$

$R_{\text{чип}}$ - чиповая скорость стандарта UMTS, чип/с;

$R_{\text{польз}}$ - скорость передачи данных пользователя. кбит/с;

L_n - запас на внутрисистемные помехи. Примем что сота в нисходящей линии загружена также как и в восходящий. $L_n = 3 \text{ дБ}$;

$G_{\text{хо}}$ - выигрыш за счет обработки, 3 дБ.

Определим минимально допустимую мощность сигнала на входе приемника ТД, если известны температура проводника, T° , коэффициент шума приемника $K_{\text{ш}}$ (дБ), полоса согласованного фильтра приемника B (МГц), отношение средней энергии бита к спектральной плотности шума E_b/N_0 (дБ), чиповая скорость $R_{\text{чип}}$ (чип/с), скорость передачи данных пользователя $R_{\text{польз}}$ (кбит/с), загрузка соты - η .

$K_{\text{ш}} = 8 \text{ дБ}$; $R_{\text{чип}}$ - чиповая скорость, $40 \cdot 10^6$ чип/с;

$R_{\text{польз}}$ - скорость передачи данных пользователя. 24 кбит/с;

L_n - запас на внутрисистемные помехи. Примем что зона в нисходящей линии загружена также как и в восходящий. $L_n = 3 \text{ дБ}$;

$G_{\text{хо}}$ - выигрыш за счет обработки 0 дБ.

Мощность собственных шумов приемника ТД:

$$P_{ш} = N + Kш = -97,6 + 8 = -89,6 \text{ дБмВт.}$$

Определить уровень суммарного шума в точке приема

$$N_{\Sigma ш} = 10 \lg(N_{\text{СОБ}_\text{пр}}^2 + N_{\text{ВНЕШ}_\text{пр}}^2) = 10 \lg(0,73^2 + 1,01^2) = 1,91, \text{ дБ}$$

Рисунок 3.2 – Окно расчета программы Delphi

Минимально допустимая мощность сигнала на входе приемника МТ (смартфон, планшет, ноутбук) с учетом запаса на внутрисистемные помехи и выигрыш от обработки равна:

$P_{прМС} = P_{ш} + (E_b/N_0)_{\text{треб}} - G_{обр} - L_n - G_{хо} = -89,6 + 4,8 + 3 - 2,2 - 0 = -84,8 \text{ дБмВт,}$
 где $(E_b/N_0)_{\text{треб}}$ - минимально допустимое значение E_b/N_0 на входе приемника для данного типа сервиса составляет 4.8 дБ при скорости абонента 3 км/ч;

$$G_{обр} = 10 \lg(R_{\text{чип}}/R_{\text{польз}}) = 10 \lg(3,84 \cdot 10^6 / 384 \cdot 10^3) = 10 \text{ дБ.}$$

Вывод. Мощность передатчика БС не может превышать 100 мВт (20 дБм), следовательно – прием невозможен.

Таким образом, сделаем вывод, что точки доступа необходимо устанавливать на каждом этаже для уверенного приема сигнала. Из расчета видно, что прием WiFi сигнала возможен.

4 Безопасность жизнедеятельности

При монтаже и эксплуатации оборудования, применяемого в волоконно-оптических линиях связи, человек подвергается воздействию многочисленных производственных факторов, различных по своему происхождению, формам проявления, характеру действия и другим. в ряде случаев это воздействие оказывается неблагоприятным и даже опасным для здоровья.

4.1 Опасные факторы, присутствующие при эксплуатации ВОЛС

Опасные факторы вредные для здоровья человека почти сразу и приводит к таким негативным явлениям, как производственного травматизма. Эти факторы в эксплуатации волоконно-оптического оборудования включают в себя:

- Напряжение на токоведущих частях аппарата;
- Отсутствие защитного заземления;
- Лазерное излучение в любой точке оптоволоконной прекращения или разъединения оптического соединителя;
- Ошибка оператора или нарушение безопасности при вводе в эксплуатацию, ремонт и техническое обслуживание волоконно-оптических линий связи.

Опасности поражения электрическим током в помещении, которое является волоконно-оптического оборудования, установленного как "помещений с повышенным риском." Таким образом, в соответствии с правилами безопасности в этих районах запрещается использование открытого огня, курение, использование самодельных электроприборов. Не допускается, чтобы перекрывать проходы в комнате.

По степени воздействия лазерного излучения на человека, лазеры, используемые в современных системах связи есть класс опасности 3В. Полупроводниковый лазер, который используется в проектируемой передатчик, предназначенный для работы во втором спектральном диапазоне (380- 1400) и имеет оптическую выходную мощность не более 3,5 МВт, что соответствует гигиеническим стандартам для класса.

Таблица 4.1 – Диапазоны лазерного излучения

Класс лазерного кабеля	опасности излучения	Диапазон		
		$180 < \lambda \leq 380$ нм	$380 < \lambda \leq 1400$ нм	$1400 < \lambda \leq 10^5$ нм
1		+	+	+
2		+	+	+
3		-	+	-

4	+	+	+
---	---	---	---

Гигиеническое нормирование лазерного излучения: В соответствии со СНиП 5804-91 регламентируют ПДУ для каждого режима работы лазера и его спектрального диапазона. Нормируемыми параметрами с точки зрения опасности лазерного излучения являются энергия W и мощность P излучения, прошедшего ограничивающую апертуру диаметрами $d_a=1.1$ мм (в спектральных диапазонах I и II) и $d_a=7$ мм (в диапазоне II); энергетическая экспозиция H и облученность E , усредненные по ограничивающей апертуре:

$$H=W/S_a \quad (4.1)$$

$$E=P/S_a, \quad (4.2)$$

где S_a — площадь ограничивающей апертуры.

Размещение лазерных изделий в каждом конкретном случае производится с учётом класса опасности изделий, условий и режима труда персонала, особенностей технологического процесса, подводка коммуникаций.

Требования к классу 3В:

Расстояние между лазерным продуктом должны обеспечивать безопасные условия труда и удобство эксплуатации, ремонта и технического обслуживания. Она рекомендуется для класса 3В:

- С управления: с единственным в-1,5м;
- С двумя рядами - не менее 2,0 м;
- С другими - не менее 1,0 м.

Траектория лазерного луча должна быть заключена в оболочку из огнеупорного материала или иметь ограждение, снижая уровень лазерного излучения к PDI и исключает попадание лазерного луча на поверхности зеркала. Открытый путь в области потенциального места человека должен быть расположен гораздо выше уровня глаз. Минимальная высота 2,2 м пути.

Рабочее место должно быть организовано таким образом, чтобы исключить возможность воздействия лазерного излучения на персонал или его стоимость не превышает ГНИ для первого класса.

Рабочее место персонала, взаимное расположение всех элементов (элементы управления, дисплей продуктов и т.д.) должны обеспечивать рациональность рабочих движений и максимум учитывают энергию, скорость, мощность и психофизические возможности человека.

Следует предусмотреть за доступность размещения съемных частей, портативных приборов, деталей для хранения, готовых изделий.

4.3 Требования безопасности при эксплуатации волоконно-оптического оборудования

В режиме воспроизведения оборудования встроенные меры безопасности должны быть предусмотрены в зависимости от уровня опасности воссоздания:

Если оборудование воссоздания любые изменения, которые могут повлиять на уровень опасности, то она должна быть пересмотрена по степени опасности испытаний и измерений.

Все системы, которые имеют доступ к кабельным разъемам, специальные инструменты должны быть использованы для их разделения.

Оптические кабели должны быть соответствующим образом промаркированы, чтобы отличить их от кабелей для других целей.

Перед проведением любых работ по волоконно-оптической кабельной системы или персонал должен проверить работу системы и уровень опасности. Если установлена и включена система, это должно быть указано, установив соответствующий уровень риска. Во время установки, когда они не могут быть предоставлены эти меры, в случае их отсутствия следует руководствоваться мерами профилактики, соответствующей испытательной классификации оборудования, содержащего оптический источник для подключения к волокну.

Когда рваная (разреза) конец оптоволоконный немедленно обратить ПВХ ленту, чтобы избежать утечки соединения, разрыв оптического волокна и обеспечивают защиту от лазерного излучения. Запрещено приносить лицом к лицу ВОК и смотреть прямо на каждом конце волокна, в котором передается свет.

При работе на открытых волокон, разъемы и так далее. Е., Оптическая система передачи оборудования или испытательное оборудование должно быть отключено (отключен) или находиться в состоянии передачи малой мощности. В этом случае непреднамеренное включение должен быть исключен при помощи переключателя дистанционного управления или с помощью другого соответствующего способа. Строка состояния (питание включено) должны быть четко обозначены.

При измерении оптической мощности на выходе передатчиков, подключение измеритель мощности к оптическому разъему передающего устройства для производства отключенных оптических излучателей.

Сменные блоки, отсоедините разъемы и обзор установки должны быть выполнены без источника питания.

В режиме воспроизведения оборудования и специальных измерительных приборов излучатели должны быть подключены, если он не подключен к волоконно-оптических кабелей.

Во время очистки и утилизации отходов СОС должны быть осторожны. Не принимайте обломки оптического волокна с голыми руками. Следует помнить, что части смазываются соединения РН далеко распространиться и может вызвать раздражение рук, лица и дыхательных путей. При работе с ОМ, ее отходы при резке (стружка) должны быть собраны в отдельном контейнере, и после установки, чтобы освободить контейнер в отдельном указанном месте

или закопать отходы в землю. Работа должна быть выполнена из ОМ в клеенкой фартуке. Избегайте контакта ОВ остатков на одежде. Рабочее место и пол после резки РН следует лечить с помощью пылесоса, а затем протрите влажной тряпкой или влажной тканью. Спин тряпки следует проводить в тесных резиновых перчатках.

Строго запрещено есть в местах работы с агентами.

При проведении работ, связанных со сваркой и монтаж волоконно-оптического кабеля, то необходимо, чтобы исключить перемещение ВОК. Для достижения этой цели необходимо:

- Не изменяет позицию высших органов финансового контроля;
- Не переступить ВОК, расположенной на малой высоте;
- Не выполнять любую работу, в непосредственной близости от ВОК, без обеспечения его защиты от возможных перемещений и повреждений.

Для обеспечения пожарной безопасности. Чтобы сделать это, не курить и не использовать открытое пламя на расстоянии менее 5 метров [18].

С точки зрения защиты персонала от воздействия условий лазерного излучения и характера работы при эксплуатации лазерных изделий независимо от класса продукта разделились:

- а) лучше - без воздействия на персонал лазерного излучения; 4
- б) допустимый - уровень лазерного излучения на воздействие персонала, менее удаленный набор СНИП 5804;
- в) вредные и опасные - лазерный уровень радиационного воздействия на персонал превышает пульт дистанционного управления.

4.4 Расчет освещения

Выбор промышленных вариантов освещения должны быть основаны на требованиях учета конкретного производственного процесса, в соответствии с действующими нормами и правилами.

SNP устанавливают минимальные уровни освещенности рабочих поверхностей в зависимости от точности зрительной работы, яркости фона, контраста объекта и фона, системы освещения и типа используемых ламп.

Точность зрительной работы характеризуется размером объекта различения. Объектом дискриминации - это элемент минимального размера объекта, который вы хотите распознавать и различать. По степени точности все визуальные работы разделены на восемь категорий.

Эффективные производственные площадки освещения является одним из наиболее важных факторов в предотвращении несчастных случаев и профессиональных заболеваний. Правильно организованное освещение создает благоприятные условия труда, повышает эффективность и производительность. Освещение производственных помещений регламентируется санитарными нормами и правилами. Освещение на рабочем месте должно быть работающим без напряжения зрения могли выполнять свою работу.

Очень яркий свет ослепляет, раздражение и боль в глазах. Неправильное направление света на рабочем месте может создавать резкие тени, блики и дезориентировать работу. Это может привести к аварии или профессионального заболевания.

Прозрачные полы и окна в комнатах должны быть уничтожены по крайней мере 1 раз в 6 месяцев. Непрозрачный перекрытия обычно покрывают яркую краску. Использование только местного освещения в цехе не допускается. Светильник желательно использовать люминесцентные лампы, по сравнению с лампами накаливания, они имеют значительные преимущества по спектральному составу близки к естественному дневному свету, имеют более высокий коэффициент полезного действия, повышение светоотдачу. Для более эффективного использования света и уменьшить блики лампы, установленные в светильниках.

Размер объекта различения (менее 0,15 мм) определяет характеристики зрительной работы - высочайшая точность. На заднем плане (в центре) и контрастного различия объекта с фоном (маленький) определить категорию (I) и подкласса (г) визуальную работу. Минимальная освещенность при сочетании света люминесцентные лампы 1500 люкс, с общим охватом - 400 люкс.

Высоту подвеса светильников над рабочим местом определим по формуле:

$$h_n = H - (h_1 + h_2), \quad (4.3)$$

где $H = 3$ м – высота помещения;

$h_1 = 1,2$ м – расстояние от пола до освещаемой поверхности;

$h_2 = 0,5$ м – расстояние от потолка до светильника.

$$h_n = H - (h_1 + h_2) = 3 - (1,2 + 0,5) = 1,3 \text{ м.}$$

При симметричном расположении светильников их количество находим по формуле:

$$n_c = \frac{S_n}{l^2}, \quad (4.4)$$

где $S_n = 8 \cdot 10 = 80 \text{ м}^2$ – площадь помещения;

$l = 3$ м – расстояние между светильниками.

$$n_c = \frac{80}{3^2} = 10 \text{ шт.}$$

Определяем показатель формы прямоугольного помещения по формуле:

$$f = \frac{a \cdot b}{h_n \cdot (a + b)}. \quad (4.5)$$

где a, b – соответственно длина и ширина помещения, м;
 h_n – высота подвеса светильников, м.

$$f = 8 \cdot 10 / (1,3 \cdot (8 + 10)) = 3,41$$

По цветовой отделке помещения определяем коэффициенты отражения от стен $r_{ст}=50\%$ и потолков $r_{пт}=70\%$ (свежепобеленный) по таблицам [19].

По показателю помещения, выбранному типу светильника и коэффициентам отражения определяем коэффициент использования светового потока $\eta=68\%$ для светильников типа "Универсаль" и $\eta=64\%$ для ОД.

По типу светильника и отношению f определяем значение коэффициента z , учитывающего неравномерность освещения. Для ламп накаливания в светильниках "Универсаль" $z=1,25$, а для рядов люминесцентных ламп $z=1,1$.

Расчёт потребного светового потока производится по формуле:

$$F = E \cdot S \cdot k_z \cdot z / n_c \cdot \eta, \quad (4.6)$$

где E - освещенность по СНиП для наивысшей точности работы, лк;

S - площадь освещаемого помещения, m^2 ;

z - коэффициент, учитывающий неравномерность освещения;

k_z - коэффициент запаса (1,3 для ламп накаливания и 1,5 для газоразрядных ламп);

n_c - число светильников в помещении;

η - коэффициент использования светового потока.

При значениях $S = 80$ кв.м и $n_c = 10$ для ламп накаливания световой поток F равен:

$$F = 400 \cdot 80 \cdot 1,3 \cdot 1,25 / (10 \cdot 0,68) = 7647 \text{ лм}$$

При тех же исходных данных для люминесцентных ламп:

$$F = 750 \cdot 80 \cdot 1,5 \cdot 1,1 / (40 \cdot 0,64) = 3867 \text{ лм. (По 4 лампы в светильнике).}$$

По напряжению в сети U_c и световому потоку одной лампы F (ГОСТ 2239-70) определяется необходимая мощность электролампы W . Для лампы накаливания $W=500$ Вт, световой поток $F_{табл}=8200$ лм. Для люминесцентной

лампы типа ЛД65-4 W=65 Вт, $F_{\text{табл}}=3570$ лм.

По принятой мощности ламп W и световому потоку $F_{\text{табл}}$ определяем действительную освещенность:

$$E = \frac{F_{\text{табл}} \cdot n_c \cdot \eta}{k_z \cdot z \cdot S}, \quad (4.7)$$

$$E = 8200 \cdot 10 \cdot 0,68 / (1,3 \cdot 1,25 \cdot 80) = 428 \text{ лк (лампа накаливания).}$$

$$E = 3570 \cdot 40 \cdot 0,64 / (1,5 \cdot 1,1 \cdot 80) = 692 \text{ лк (ЛД65-4).}$$

При устройстве местного освещения пользуются таблицами распределения освещённости в плоскостях, перпендикулярных оси светильника. Таблицы составляют на основании величин распределения освещённости, вычисленных при помощи люксметра.

4.5 Расчет вентиляции помещения

Вредные выбросы является следствием батарей неблагоприятных химических реакций, особенно при электролизе воды. Кислотные батареи выделяются из газов: водорода, кислорода, газообразных примесей и серной кислоты. Газообразование батареи происходит во всех ее состояниях: во время зарядки, перезарядки, разрядки и холостого хода. Наибольшее количество газа высвобождается в конце заряда батарей.

При проектировании и эксплуатации хранилищ должны включать мероприятия, в которых обеспечить снижение выбросов вредных веществ в воздухе внутри помещений.

Эти меры включают в себя выбор типа и конструкции батареи с низким уровнем выбросов токсичных веществ, использование структурных мер (открытая крышка батарейного отсека стекло, покрытое маслом поверхности электролита), чтобы выбрать, как заряд батареи с низким уровнем выбросов токсичных веществ, благодаря интегрированному применению мер может сократить объем выпуска водорода и серной кислоты в воздухе помещений до точки, где вы можете использовать естественную вентиляцию.

Значительную роль в обеспечении благоприятных условий труда в местах хранения, дренажной системы вентиляции и отопления.

Для того, чтобы удалить из помещения водорода и электролита аэрозольного устройства необходимо системы вентиляции. складские помещения должны быть обеспечены принудительной вентиляцией. Система вентиляции предназначена для создания помещений для параметров батареи воздушной среды, соответствуют санитарным нормам и требованиям взрыва.

Принцип действия системы вентиляции является удаление загрязненного воздуха из помещения и обеспечить приток свежего или

специально обработанного воздуха. батареи, помещения вентиляции подразделяются на следующие основные особенности:

- Для других целей: приточно-вытяжной вентиляции;
- По принципу действия: естественное, механической и комбинированной.

При естественной вентиляции воздуха, подаваемого в помещение, или удалены с помощью специальных трубопроводов из-за разницы между наружным воздухом пространства плотности (горячая голова).

При механической (искусственной) вентиляции вентиляция создается с помощью вентиляторов, эжекторов и другими устройствами подачи воздуха. В аккумуляторных помещениях зарезервировано механическая вентиляция естественная вентиляция. Механическая вентиляция работает с паяльных работ в случае «кипения» электролита во время зарядки батарей. При сломанные механической вентиляции во время зарядки, разрядки аккумулятора и холостой обмен воздуха в складских помещениях, предоставляемых за счет естественной вентиляции.

При проектировании вентиляции складских помещений вычисляет необходимый объем воздуха. Расход воздуха для вентиляции складских помещений зависит от типа, количества, режиме работы от батареи, и способ одновременной зарядки аккумуляторных батарей. Необходимо стремиться к минимальному расходу воздуха. Это уменьшает мощность, используемая вентилятором, секции воздуховода уменьшается, снизить капитальные вложения и эксплуатационные расходы.

Чтобы вычислить объем воздуха, образует режима зарядки батареи. В помещениях для тумана серной кислоты батареи распределяется по всему объему помещения. Поэтому необходимо применять общую вентиляцию.

Расход воздуха батарей вентиляции определяется условиями разбавленной серной кислоты до ПДК. Максимально допустимая концентрация серной кислоты в воздухе рабочей зоны промышленных предприятий составляет 1 мг / м. См., И эта концентрация максимальная разовая. Для получения расчетной скорости потока как максимальное значение из двух полученных расходов [20].

условия потока воздуха для вентиляции по разведению водорода в воздухе до приемлемой концентрации 0,8% определяется по формуле:

$$L = \frac{100}{0,8} V_H, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4.8)$$

где V_H – объем водорода, м³/ч.

Для того чтобы снизить содержание серной кислоты в воздухе до ПДК, количество подаваемого воздуха должно быть не менее:

$$L = \frac{X}{(C - C_0)}, \text{м}^3/\text{ч} \quad (4.9)$$

где X – количество выделяемой из аккумуляторов серной кислоты, мг/ч;

C – ПДК серной кислоты 1 мг/м³.

C_0 – концентрация серной кислоты в приточном воздухе (при проектировании принимается $C_0 = 0$).

Вредными расчетными веществами в аккумуляторных помещениях являются: серная кислота (при определении расхода воздуха для вентиляции аккумуляторных помещений), водород.

Наиболее интенсивное выделение водорода происходит в конце заряда и достигает максимума в период перезаряда, когда вся полученная энергия от зарядного устройства практически полностью расходуется на разложение воды с образованием водорода и кислорода [21].

Объем водорода, выделяющегося из аккумуляторной батареи во время ее заряда, равен:

$$V = 0.418 \cdot V_t \cdot i_r \cdot n \cdot K_{tp}, \text{м}^3/\text{ч} \quad (4.10)$$

$$K_{tp} = \frac{760 \times (T_0 + t)}{P T_0}, \quad (4.11)$$

где V – объем водорода при температуре t и давлении P , м³/ч;

t – температура воздуха в аккумуляторном помещении, 20 град.С;

T_0 – термодинамическая температура, равная 273 К;

P – фактическое давление воздуха в аккумуляторном помещении для данного места, 760 мм рт.ст.;

V_t – выход водорода по току при электролизе воды, 0,92–0,95;

i_r – наибольший зарядный ток, расходуемый на электролиз воды в заряжаемой батарее, А;

n – число заряжаемых аккумуляторов в батарее.

Наибольшее значение зарядных токов, идущих на электролиз воды при заряде кислотных аккумуляторов, равно:

$$i_r = a \cdot C_{10}, \text{А} \quad (4.12)$$

где a – коэффициент, зависящий от способа заряда, 0,05–0,1 для СН;

C_{10} – номинальная емкость аккумуляторов, 1500 А ч.

$$i_r = 0,1 \cdot 1500 = 150 \text{ А}$$

$$a=0,1$$

Количество серной кислоты, выделяемой из аккумуляторов с газами, зависит от объема газа, плотности электролита и конструкции сосуда. Количество серной кислоты, выделяемой из кислотных аккумуляторов типа С, СК и СН, определяется по формуле [23]:

$$X = m_k \cdot V_r, \text{ мг/ч} \quad (4.13)$$

где m_k – количество серной кислоты, выносимой в воздух 1 м^3 газа при плотности электролита 1210 кг/м^3 для закрытых аккумуляторов, $0,18\text{ мг/м}^3$;

V_r – объем выделяемых из аккумуляторов газов, $\text{м}^3/\text{ч}$.

В конце заряда аккумуляторов в выделяемых газах отношение объемов водородов к кислороду 2:1. Поэтому объем газов можно рассчитать по формуле:

$$V_r = 1,5 \cdot V_n, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4.14)$$

где V_n – объем водорода, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Аккумуляторное помещение содержит две аккумуляторные батареи по 34 элемента типа СН 1500. Способ заряда – постоянным значением силы тока в две ступени, зарядный ток второй ступени $0,1\text{ С}_{10}$. Объем помещения $8,6 \cdot 5,9 \cdot 4 = 203\text{ м}^3$, температура воздуха в помещении 20 градусов по Цельсию.

$$K_{tr} = (760 \cdot (273 + 20)) / 760 \cdot 273 = 1,07$$

Объем выделяемого водорода:

$$V_r = 0,418 \cdot 0,95 \cdot 150 \cdot 68 \cdot 1,07 = 4333,95\text{ м}^3/\text{ч}$$

Количество выделяемой серной кислоты:

$$V_r = 1,5 \cdot 4333,95 = 6500,9\text{ м}^3/\text{ч}$$

$$X_r = 0,18 \cdot 6500,9 = 1170,16\text{ мг/ч}$$

Расход воздуха:

$$L = 1170,16 / 1 = 1170, \text{ м}^3/\text{ч}$$

Кратность обмена воздуха в час составит:

$$K = \frac{L}{V_n} \quad (4.15)$$

где V_n – объем помещения, m^3

$$K = \frac{1170,16}{203} = 5,7$$

Механическая вентиляция – обеспечивает не менее чем шестикратный обмен воздуха в аккумуляторном помещении.

5 Бизнес – план

Нынешняя экономическая ситуация, связанная с переходом к рыночной экономике, бизнес диктует новый подход к корпоративному планированию. Они должны искать такие формы и модели планирования, которые обеспечивали бы максимальную эффективность принимаемых решений.

Лучший вариант для достижения таких решений является новая передовая форма плана - бизнес-план. Она включает в себя разработку целей и задач, которые ставятся перед тем сейчас и в ближайшем будущем перспективу, оценку текущего состояния экономики, сильные и слабые стороны производства, анализ рынка и информацию о клиентах. В нем дается оценка ресурсов, необходимых для достижения поставленных целей и условий конкуренции.

5.1 Сущность проекта

Цель дизайна заключается в следующем: играть на основе GPON технологии, тем самым увеличивая число линий для улучшения качества, что приводит к увеличению затрат на техническое обслуживание и увеличение. Установка GPON технологии принесет экономию средств, так как это позволит осуществлять мониторинг, обеспечение и поддержание сети через игру.

Цель проектирования дипломного проекта оптоволоконного доступа на основе технологии FTTN (GPON и Wi-Fi).

PLAY – это единственный путь, который позволяет заложить возможности сети работать с новыми приложениями, которые требуют все большую скорость. Это очень радикальный подход, даже 5 лет назад он считался очень дорогим. Но теперь, благодаря значительному снижению цен на оптические компоненты, этот подход становится актуальным. Сегодня проложить ОК для доступа к сети стало выгодно и обновлять старые и строительство новых сетей доступа (последних миль). В то же время есть много вариантов оптической технологии оптоволоконного доступа. Наряду с

традиционными решениями в настоящее время на основе оптического модема, оптический Ethernet, технологии Micro SDH, новая архитектура решений с использованием пассивных оптических сетей PON [27].

Таким образом, развертывание сети станет первым шагом в реализации стратегического плана ОАО «Казахтелеком» для замены существующей инфраструктуры XDSL доступа к волоконно-оптической технологии и абоненту доступа Wi-Fi.

5.2 Финансовый план

Расчет технико-экономических показателей выполняется в определенной последовательности, и включает в себя следующие шаги:

- Расчет капитальных затрат на приобретение оборудования и его ввода в эксплуатацию;

- Расчет годовых эксплуатационных расходов;

- Расчет годового дохода;

- Расчет эффективности затрат.

Для того, чтобы сравнить эффект и стоимость на общую сумму капитальных вложений включает в себя:

- Приобретение стоимости оборудования (стоимость);

- Транспортные расходы;

- Стоимость установки и настройки оборудования;

- Стоимость линейных структур и системы передачи.

Строительство гражданских сооружений не предусмотрено, поскольку устройство предназначено для размещения в существующем здании в зоне, пригодной для размещения устройства данного типа, и соответствует необходимым стандартам.

Расчет капитальных вложений

Вычислим объем капитальных инвестиций, необходимых для сети организации. В то же время мы принимаем во внимание не только стоимость приобретения оборудования, но и дополнительные средства, необходимые для завершения работы предприятия.

Капитальные затраты включают в себя затраты на разработку и строительство объекта, а также разовые расходы на аренду частоты. Капитальные затраты на модернизацию сети, подробно описанной в Таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Капитальные затраты на модернизацию линии связи

Наименование	Количество	Цена за единицу, тенге	Сумма, тенге
Кабель ОКСТМ-10-01-0,22-24-(2,7).	5.5 км	205325	923962
Коммутатор Cisco WS-C2960-48TC-S	48	135849	6520780
Оптический трансивер Cisco GLC-LH-SMD	48	108571	5211408

Антивандальный шкаф SNR-NBS195	48	12385	61925
Итого	—	—	12718075

Транспортные расходы, составляют 5% от стоимости всего оборудования и рассчитываются по формуле

$$K_{mp} = 0,05 \cdot K_o = 0,05 \cdot 12718075 = 635904 \text{ тенге} \quad (5.1)$$

Монтаж оборудования, пуско-наладка производится инженерами-монтажниками, расходы составляют 5% от стоимости всего оборудования и рассчитываются по формуле

$$K_{mp} = 0,05 \cdot K_o = 0,05 \cdot 12718075 = 635904 \text{ тенге} \quad (5.2)$$

Расходы по проектированию и разработке проекта составляют 2% от стоимости всего оборудования и рассчитываются по формуле

$$K_{np} = 0,02 \cdot K_o = 0,02 \cdot 12718075 = 254362 \text{ тенге} \quad (5.3)$$

Общая сумма капитальных вложений по реализации проекта составляет:

$$K_{\Sigma} = 12718075 + 635904 + 635904 + 254362 = 14244245 \text{ тенге}$$

Расчет эксплуатационных расходов

В состав эксплуатационных расходов входят следующие статьи затрат:

Материальные расходы, в том числе:

- затраты на приобретение материалов;
- затраты на электроэнергию;
- амортизационные отчисления;

Эксплуатационные расходы на оплату труда работников, в том числе:

- фонд оплаты труда
- социальный налог

И накладные расходы:

$$\mathcal{E}_p = \mathcal{E}_m + \mathcal{E}_{\text{ФОТ}} + \mathcal{E}_{\text{НР}} \quad (5.5)$$

\mathcal{E}_m – материальные затраты:

$$\mathcal{E}_m = \mathcal{E}_{\text{МАТ}} + \mathcal{E}_{\text{Э/Э}} + A \quad (5.6)$$

$\mathcal{E}_{\text{МАТ}}$ - затраты на приобретение материалов;

$\mathcal{E}_{\text{э/э}}$ - затраты на электроэнергию, включающие в себя затраты на производственные нужды и дополнительные затраты; дополнительные затраты принимаем равными 5% от затрат на производственные нужды;

A – амортизационные отчисления.

$$\mathcal{E}_{\text{ФОТ}} = \text{ФОТ} + C_{\text{н}} \quad (5.7)$$

$\mathcal{E}_{\text{ФОТ}}$ – эксплуатационные расходы на оплату работников, в которые входят:

ФОТ - фонд оплаты труда;

$C_{\text{н}}$ – отчисления на социальный налог.

$$\mathcal{E}_{\text{НР}} = 0,75 \cdot \mathcal{E}_{\text{ФОТ}} \quad (5.8)$$

где $\mathcal{E}_{\text{НР}}$ – накладные (хозяйственно-управленческие) расходы, в отрасли связи составляют 75% от эксплуатационных расходов на оплату работников.

Расчет материальных затрат

Затраты на приобретение материалов составляют 0,5% от капитальных вложений:

$$\mathcal{E}_{\text{МАТ}} = 0,005 \cdot K_{\Sigma} \quad (5.9)$$

$$\mathcal{E}_{\text{МАТ}} = 0,005 \cdot 14244245 = 71222_{\text{тенге}}$$

Затраты на электроэнергию для производственных нужд, включают в себя расходы электроэнергии на производственное оборудование и дополнительные нужды. Ввиду необходимости круглосуточной работы оборудования суммарная мощность будет вычисляться по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{э/э}} = \mathcal{Z}_{\text{эл.н.обор.}} + \mathcal{Z}_{\text{доп.нуж}}, \quad (5.10)$$

$\mathcal{Z}_{\text{эл.н.обор.}}$ – затраты на производственное оборудование;

$\mathcal{Z}_{\text{доп.нуж}}$ – затраты на дополнительные нужды (5% от затрат на производственное оборудование).

Расходы электроэнергии на производственное оборудование рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{Z}_{\text{эл.н.обор.}} = W \cdot T \cdot S, \quad (5.11)$$

W – потребляемая мощность, 0,21 кВт;

T – время работы, T=8760 ч/год;

S – тариф,

1. Дневная ставка (с 7.00 до 19.00) – 15,19 тенге за 1 кВтч;

2. Ставка в часы максимума (с 19-00 до 23-00) – 31,77 тенге за 1 кВтч;

3. Ночная ставка (с 23-00 до 07-00) – 4,29 тенге за 1 кВтч.

$$З_{\text{ЭЛЭН.ОБОР.}} = 0,18 \cdot 8760 \cdot \frac{15,19 \cdot 12 + 31,77 \cdot 4 + 4,29 \cdot 8}{24} = 22579 \text{ тенге}$$

Расходы на дополнительные нужды определяются по формуле:

$$З_{\text{ДОП.НУЖ}} = 0,05 \cdot З_{\text{ЭЛЭН.ОБОР.}} \quad (5.12)$$

Определим расходы на дополнительные нужды:

$$З_{\text{ДОП.НУЖ}} = 0,05 \cdot 22579 = 1128 \text{ тенге}$$

Определим расходы на электроэнергию по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{Э/Э}} = 22579 + 1128 = 23708 \text{ тенге}$$

Сумма амортизационных отчислений начисляется по единым нормам, которые устанавливаются в процентах от стоимости основных фондов. Норма амортизации на оборудование 25 %. Амортизационные отчисления рассчитываются по формуле:

$$A = H_A \cdot \sum K, \quad (5.13)$$

где H_A – норма амортизационных отчислений 25%;

$\sum K$ – балансовая стоимость основных производственных фондов.

$$A = 0,25 \cdot 14244245 = 3561062 \text{ тенге}$$

Итоговые эксплуатационные расходы равны:

$$\mathcal{E}_M = 71222 + 23708 + 3561062 = 3655992 \text{ тенге}$$

Расчет фонда оплаты труда

Первоначальная численность сотрудников для организации деятельности оператора представлена в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Штат персонала

Наименование должности	Количество, чел.	Заработная плата, тенге (месяц)
Инженер	10	2500000
Электромеханик	2	150000
Оператор	4	360000
Монтажник	4	320000
Итого	20	3330000

Фонд оплаты труда определяется по формуле:

$$\text{ФОТ} = \text{З}_{\text{осн}} + \text{З}_{\text{доп}}, \quad (5.14)$$

$\text{З}_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$\text{З}_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Согласно заработной плате сотрудников, приведенной в таблице 5.2, основная заработная плата за год составит:

$$\text{З}_{\text{осн}} = 3330000 \cdot 12 = 39960000 \text{ тенге}$$

Дополнительная заработная плата (работа в праздничные дни, сверхурочные и премии) составляет 20% от основной заработной платы и рассчитывается по формуле:

$$\text{З}_{\text{доп}} = 39960000 \cdot 0,2 = 7992000 \text{ тенге}$$

Тогда ФОТ составит:

$$\text{ФОТ} = 39960000 + 7992000 = 47952000 \text{ тенге}$$

При расчете фонда заработной платы, нужно учитывать, социальный налог в размере 11% от общего фонда оплаты труда после отчисления в пенсионный фонд:

$$\text{С}_n = 0,11 \cdot (\text{ФОТ} - 0,1 \text{ ФОТ}) \quad (5.15)$$

Тогда с вычетом пенсионного фонда, который составляет 10% от ФОТ, социальный налог составит:

$$C_n = 0,11 \cdot (47952000 - 0,1 \cdot 47952000) = 4747248 \text{ тенге}$$

Итоговые отчисления в фонд оплаты труда равны:

$$\mathcal{E}_{\text{ФОТ}} = 47952000 + 4747248 = 52699248 \text{ тенге}$$

Расчет накладных расходов

Накладные расходы по формуле 5.8 составляют:

$$\mathcal{E}_{\text{НР}} = 0,75 \cdot \mathcal{E}_{\text{ФОТ}} = 0,75 \cdot 52699248 = 39524436 \text{ тенге}$$

Расчёт расходов на выплаты по кредиту:

$$K = \frac{14244245}{2} + 14244245 \cdot 0,12 = 8831432 \text{ тенге}$$

Рассчитаем эксплуатационные расходы по формуле 5.5:

$$\mathcal{E}_p = 47952000 + 52699248 + 3655992 + 23708 + 3561062 + 39524436 + 8831432 = 156247878$$

Эксплуатационные расходы без накладных расходов приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Эксплуатационные расходы

Наименование статей расходов	Значение за год, тыс.тенге	Значение в процентах
1 Расходы на оплату труда	47952	33,6
2 Отчисления на социальные нужды	52699,2	36,9
3 Расходы на материалы	365,2	0,46
4 Накладные расходы	39524,4	27,7
5 Амортизационные отчисления	356	0,36
6 Затраты на электроэнергию	23,7	0,09
7 Выплаты по кредиту	883,1	0,89
Итого:	141803,6	100

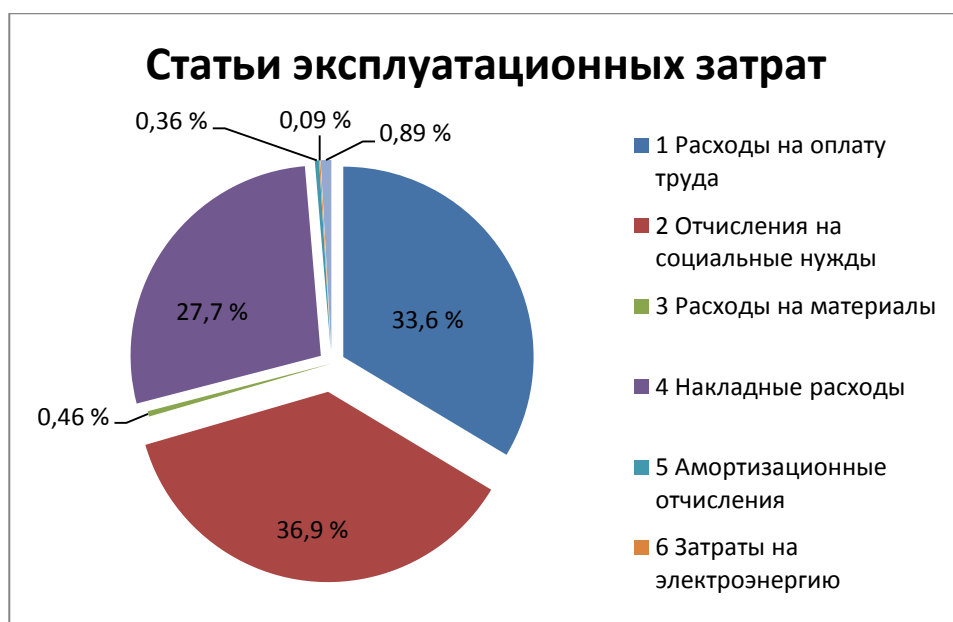


Рисунок 5.1 - Диаграмма эксплуатационных затрат

5.3 Расчет доходов

Ожидаемое на ближайший год число абонентов данной сети составит 1540, из них:

- физические лица 95 % (1463)
- организации 10 % (154).

Внутри компании ценообразование разделяется по разным факторам: по категории потребителей, по определенным льготам.

Коэффициент общей – (абсолютной) экономической эффективности капитальных вложений – при строительстве нового объекта.

Тарифные планы на услуги, предоставляемые компанией (в т.ч. телефония, электронная почта) представлены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Тарифы на услуги связи

Услуги доступа в Интернет			
Основные услуги			
Плата за подключение, единовременный платеж			
Тарифный план	Параметры услуги	Цена	Сумма в год, тг
"НТ "	На внутренние ресурсы до 1000 Мбит/с. На внешние ресурсы до 100 Мбит/с	6000	72000
"Commercial Light "	На внутренние ресурсы до 1000 Мбит/с. На внешние	15000	180000

	ресурсы до 30 Мбит/с		
"Commercial "	На внутренние ресурсы до 1000 Мбит/с. На внешние ресурсы до 50 Мбит/с	25000	300000
"Commercial НІТ"	На внутренние ресурсы до 1000 Мбит/с. На внешние ресурсы до 1000 Мбит/с	50000	600000

Доходы от каждой категории клиентов вычисляются по формуле:

$$Д0 = ДЮ1 + ДЮ2 + ДЮ3 + ДФ, \quad (5.18)$$

где ДЮ1 – доходы от юридических лиц первой категории;

ДЮ2 – доходы от юридических лиц второй категории;

ДЮ3 – доходы от юридических лиц третьей категории;

ДФ – доходы от физических лиц.

Как уже было сказано, 10 % из всех абонентов являются юридическими лицами с самыми высокими потребностями на качество и объемы информации. 6% (42) из них будут подключены к тарифному плану "Commercial НІТ".

$$ДЮ1 = 93 \cdot 60000 = 55800000 \text{ тенге}$$

Далее следуют организации среднего класса, их количество равно 3 %. Они пользуются тарифным планом Commercial. Доход от такого рода клиентов:

$$ДЮ2 = 46 \cdot 300000 = 13800000 \text{ тенге}$$

Последний тип юридических лиц – представители малого бизнеса, их количество равно 1 % (14). Они пользуются тарифным планом Commercial Light. Доход от такого рода клиентов:

$$ДЮ3 = 16 \cdot 180000 = 2880000 \text{ тенге}$$

Теперь необходимо вычислить доход, получаемый от подключения физических лиц. Их общее количество равно 1260. Усреднив значения тарифных планов, предположим следующее – каждый абонент будет иметь такой набор услуг: тарифный план НІТ.

$$ДФ = 1463 \cdot 72000 = 105336000 \text{ тенге}$$

Таким образом, общий годовой доход, получаемый от всех категорий пользователей, составит:

$$Д_0 = 55800000 + 13800000 + 12880000 + 105336000 = 187816000 \text{ тенге}$$

Тогда прибыль без учета налогов будет равна:

$$\Pi = Д_0 - Э_p - К_p \quad (5.19)$$

$$\Pi = 187816000 - 156247878 - 8831432 = 22736690 \text{ тенге}$$

Налог на прибыль для юридических лиц составляет 20%, тогда чистая прибыль равна:

$$\text{ЧП} = \Pi - \Pi \cdot 0,2 = \Pi \cdot 0,8 \quad (5.20)$$

$$\text{ЧП} = 22736690 \cdot 0,8 = 18189352 \text{ тенге}$$

5.4 Расчет экономической эффективности проекта

Для расчета срока окупаемости необходимо знать величину абсолютной экономической эффективности.

Абсолютная экономическая эффективность определяется как отношение чистого дохода (ЧП) к стоимости капитальных вложений:

$$E = \text{ЧП} / K \quad (5.21)$$

$$E = 18189352 / 14244245 = 1,27$$

Расчетный срок окупаемости определяется как величина, обратная экономической эффективности:

$$T = 1/E \quad (5.22)$$

$$T = 1/0,89 = 0,78$$

Таким образом, срок окупаемости проекта составляет 8 месяцев.

Показатели экономического эффекта системы передачи данных приведены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Показатели экономического эффективности проектируемой сети

Наименование показателей	Сумма, тенге
Капитальные вложения, тг	14244245
Эксплуатационные расходы, тг	156247878

Доход(основной), тг	187816000
Чистый доход, тг (до налогооблажений)	22736690
Чистый доход, тг (после налогооблажений)	18189352
Абсолютный экономический эффект	1,27
Срок окупаемости	8 месяцев

Так же определим капитальные вложения методом расчета абсолютной величины чистого дохода NPV.

Коэффициент PV – это коэффициент дисконтирования или норматив приведения, при установлении которого следует учитывать инфляционное изменение покупательной способности денег в течение рассматриваемого периода времени, необходимость обеспечения минимального гарантированного уровня доходности и риск инвестора.

Общая накопительная величина дисконтированных доходов рассчитывается по формуле:

$$PV = \frac{ЧП}{(1 + r)^n}, \quad (5.23)$$

где: r – ставка дисконты, а n – год

$$\text{1 год} \quad PV = \frac{ЧП}{(1 + 0,15)^1} = \frac{18189352}{(1 + 0,15)^1} = 15816829 \quad \text{тг.};$$

$$\text{2 год} \quad PV = \frac{ЧП}{(1 + 0,15)^2} = \frac{18189352}{(1 + 0,15)^2} = 7908414 \quad \text{тг.};$$

Тогда чистая приведенная стоимость проекта будет рассчитываться по формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n PV - K, \quad (5.24)$$

где NPV – чистая приведенная стоимость, тенге;

PV_t– текущая стоимость доходов, тенге;

E – ставка дисконтирования;

K – капиталовложения, тенге.

$$NPV = (15816829 + 7908414) - 14244245 = 9480998 \text{ тенге.}$$

NPV больше нуля следовательно в течение своей экономической жизни проект возместит первоначальные затраты и обеспечит получение прибыли.

Определим индекс рентабельности проекта - отношение суммарного дисконтированного дохода к суммарным дисконтированным затратам, вычисляется по формуле

$$PI = \sum_{t=1}^n PV/K \quad (5.25)$$

$$PI = (15816829 + 7908414) / 14244245 = 1,66$$

Индекс рентабельности больше 1, значит, проект стоит принять. Определим дисконтированный период окупаемости DPP по формуле:

$$DPP = t + \frac{K_{\text{вл}} - (\Pi_1 + \Pi_2 + \dots + \Pi_{n-1})}{\Pi_n}, \quad (5.27)$$

t – год, за который капитальные вложения окупятся;

$K_{\text{вл}}$ – капитальные вложения;

Π – прибыль по годам.

В нашем случае, вместо значений прибыли возьмем значение чистой прибыли с учетом дисконтирования. Учитывая, что по результатам вычисления без учета дисконтирования, проект окупится за 8 месяцев, возьмем $t=1$:

$$DPP = 1 + \frac{14244245 - 15816829}{7908414} = 1,1 \text{ года}$$

то есть, с учетом дисконтирования, срок окупаемости увеличится до 1,1 года.

Исходя из вышеприведенного финансово-экономического обоснования дипломного проекта, можно сделать вывод, что данный проект является экономически выгодным и эффективным, так как срок окупаемости с учетом дисконтирования не превышает 5 лет и равен 1,1 года.

Заключение

В этом дипломный проект рассмотрел организацию широкополосного телекоммуникационной сети передачи данных "последней мили" в городских условиях.

общая информация об организации широкополосной сети "последней мили" связи к абоненту были рассмотрены. Методы организации гибридной широкополосной сети "последней мили" на базе технологий FTTx. Проведен сравнительный анализ технологий "волоконно-точка X». Различные виды оптических сетей доступа архитектур. Абстрактные свойства сети и оборудования на основе технологии абонентского широкополосного доступа FTTB и FTTH. Подбранное оборудование проектируемой сети

Расчет параметров гибридной широкополосной сети данных "последней мили", которая состоит из оптической части по FTTH технологии и широкополосных беспроводных сетей Wi-Fi доступа.

Результаты деятельности в области здравоохранения и безопасности, и представил бизнес-план, который доказал свою эффективность.

В общем, цели и задачи, поставленные перед проектом выполнены.

Список литературы

- 1 <http://www olencom.net/journals.phtml?id=1020>
- 2 <http://www.ftth.ru/networks-fttx/>
- 3 <http://www.microduct.ru/htmlpages/Show/technology/>
- 4 http://www.microduct.ru/Upload/files/Cisco_FTTH_architecture.pdf Cisco
Архитектура оптических сетей доступа FTTH (Fiber-to-the-Home).
Официальный документ
- 5 <http://www.ftth.ru/networks-fttx/shem/>
- 6 <https://www.tinvest.ru/resheniya-pon-fttx/genexis/arkhitektura-ftth-seti>
- 7 <http://www.si3000.ru/solution/fttx/>
- 8 <http://www.osp.ru/lan/2010/06/13002983/> Барсков А. «Журнал сетевых
решений/LAN» №6-2010
- 9 Н.И.Горлов, Ж.А. Михайловская, Л.В. Первушина «Проектирование
магистральных и внутризональных ВОЛП» Методические указания. –
Новосибирск, 2013.
- 10 Р.Р.Убайдулаев. Волоконно-оптические сети. Москва: Эко-Трендз,
2001.
- 11 Бутусов, С.М. Верник и др. Волоконно-оптические системы передачи.
Москва: Радио и Связь, 2010г.
- 12 FTTH: где оптимальное место для "х"(Журнал "Сети и системы связи"
№9, сентябрь 2008)
- 13 Бителева А.В. Перспективы технологии FTTH/FTTB в кабельных
сетях. «Теле-Мульти-Медиа» журнал по широкополосным сетям и
мультимедийным технологиям, июнь 2008
- 14 Спирин В.Н. Варианты реализации широкополосной сети по
технологии "волокно в дом". «Теле-Мульти-Медиа» журнал по
широкополосным сетям и мультимедийным технологиям. июнь 2009
- 15 Константинов Е. Реалии широкополосного доступа, или о том, чем
Россия пока не избалована//Вестник связи, 2012, № 6.
- 16 Чупраков К.И. Сеть вашему дому!//Вестник связи, 2012 №8. стр. 54 -
63
- 17 Гургенидзе А.Т., Кореш В.И. Мультисервисные сети и услуги
широкополосного доступа – Наука и техника, 2009
- 18 Коньшин С.В., Ключковская Л.П. Расчет параметров беспроводной
связи. Учебное пособие. АИЭС, Алматы, 2009.
- 19 Ключковская Л.П., Самоделкина С.В. Мобильные многоканальные
технологии GSM и услуги компаний сотовой связи. Сборник задач, Алматы,
АУЭС, 2011
- 20 Баклашов Н.И., Китаева Н.Ж., Терехов Б.Д. Охрана труда на
предприятиях связи и охрана окружающей среды: Учебник. – М.: Радио и
связь, 2008

- 21 Бобкова О.В. Охрана труда и техника безопасности при работах с ПК. Омега-Л; 2009
- 22 Верховский Е.И. Пожарная безопасность на предприятиях радиоэлектроники. – М.: Высшая школа, 2008
- 23 Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках. – М.: Энергоатомиздат, 2001
- 24 Беляров Ю. А., Хлопков В. В. Охрана труда в организациях связи. Практические рекомендации, М., Книжный мир; 2004
- 25 Берикулы А.. Дипломное проектирование. – Алматы: АИЭС, 2007
- 26 Голубицкая Е.А., Жигульская Г.М. Экономика связи. – М.: Радио и связь, 2010
- 27 Гончарук В.Д., Канаев Н.Я. Экономика, организация и планирование предприятий связи. М., 2009
- 28 Инструкции по планированию, учету и калькулированию себестоимости продукции и услуг на предприятиях, Астана, 2009
- 29 Положением о составе затрат на производство продукции, выполнение работ и оказание услуг, Р К, Астана, 2008

Приложение А

Предлагаемый транспортный поток в erlang, где n - число каналов

вероятность потерь (E)											
n	0.007	0.008	0.009	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.2	0.4	n
1	.00705	.00806	.00908	.01010	.02041	.03093	.05263	.11111	.25000	.66667	1
2	.12600	.13532	.14416	.15259	.22347	.28155	.38132	.59543	1.0000	2.0000	2
3	.39664	.41757	.43711	.45549	.60221	.71513	.89940	1.2708	1.9299	3.4798	3
4	.77729	.81029	.84085	.86942	1.0923	1.2589	1.5246	2.0454	2.9452	5.0210	4
5	1.2362	1.2810	1.3223	1.3608	1.6571	1.8752	2.2185	2.8811	4.0104	6.5955	5
6	1.7531	1.8093	1.8610	1.9090	2.2759	2.5431	2.9603	3.7584	5.1086	8.1907	6
7	2.3149	2.3820	2.4437	2.5009	2.9354	3.2497	3.7378	4.6662	6.2302	9.7998	7
8	2.9125	2.9902	3.0615	3.1276	3.6271	3.9865	4.5430	5.5971	7.3692	11.419	8
9	3.5395	3.6274	3.7080	3.7825	4.3447	4.7479	5.3702	6.5464	8.5217	13.045	9
10	4.1911	4.2889	4.3784	4.4612	5.0840	5.5294	6.2157	7.5106	9.6850	14.677	10
11	4.8637	4.9709	5.0691	5.1599	5.8415	6.3280	7.0764	8.4871	10.857	16.314	11
12	5.5543	5.6708	5.7774	5.8760	6.6147	7.1410	7.9501	9.4740	12.036	17.954	12
13	6.2607	6.3863	6.5011	6.6072	7.4015	7.9667	8.8349	10.470	13.222	19.598	13
14	6.9811	7.1155	7.2382	7.3517	8.2003	8.8035	9.7295	11.473	14.413	21.243	14
15	7.7139	7.8568	7.9874	8.1080	9.0096	9.6500	10.633	12.484	15.608	22.891	15
16	8.4579	8.6092	8.7474	8.8750	9.8284	10.505	11.544	13.500	16.807	24.541	16
17	9.2119	9.3714	9.5171	9.6516	10.656	11.368	12.461	14.522	18.010	26.192	17
18	9.9751	10.143	10.296	10.437	11.491	12.238	13.385	15.548	19.216	27.844	18
19	10.747	10.922	11.082	11.230	12.333	13.115	14.315	16.579	20.424	29.498	19
20	11.526	11.709	11.876	12.031	13.182	13.997	15.249	17.613	21.635	31.152	20
21	12.312	12.503	12.677	12.838	14.036	14.885	16.189	18.651	22.848	32.808	21
22	13.105	13.303	13.484	13.651	14.896	15.778	17.132	19.692	24.064	34.464	22
23	13.904	14.110	14.297	14.470	15.761	16.675	18.080	20.737	25.281	36.121	23
24	14.709	14.922	15.116	15.295	16.631	17.577	19.031	21.784	26.499	37.779	24
25	15.519	15.739	15.939	16.125	17.505	18.483	19.985	22.833	27.720	39.437	25
26	16.334	16.561	16.768	16.959	18.383	19.392	20.943	23.885	28.941	41.096	26
27	17.153	17.387	17.601	17.797	19.265	20.305	21.904	24.939	30.164	42.755	27
28	17.977	18.218	18.438	18.640	20.150	21.221	22.867	25.995	31.388	44.414	28
29	18.805	19.053	19.279	19.487	21.039	22.140	23.833	27.053	32.614	46.074	29
30	19.637	19.891	20.123	20.337	21.932	23.062	24.802	28.113	33.840	47.735	30
31	20.473	20.734	20.972	21.191	22.827	23.987	25.773	29.174	35.067	49.395	31
32	21.312	21.580	21.823	22.048	23.725	24.914	26.746	30.237	36.295	51.056	32
33	22.155	22.429	22.678	22.909	24.626	25.844	27.721	31.301	37.524	52.718	33
34	23.001	23.281	23.536	23.772	25.529	26.776	28.698	32.367	38.754	54.379	34
35	23.849	24.136	24.397	24.638	26.435	27.711	29.677	33.434	39.985	56.041	35
36	24.701	24.994	25.261	25.507	27.343	28.647	30.657	34.503	41.216	57.703	36
37	25.556	25.854	26.127	26.378	28.254	29.585	31.640	35.572	42.448	59.365	37
38	26.413	26.718	26.996	27.252	29.166	30.526	32.624	36.643	43.680	61.028	38
39	27.272	27.583	27.867	28.129	30.081	31.468	33.609	37.715	44.913	62.690	39
40	28.134	28.451	28.741	29.007	30.997	32.412	34.596	38.787	46.147	64.353	40
41	28.999	29.322	29.616	29.888	31.916	33.357	35.584	39.861	47.381	66.016	41
42	29.866	30.194	30.494	30.771	32.836	34.305	36.574	40.936	48.616	67.679	42
43	30.734	31.069	31.374	31.656	33.758	35.253	37.565	42.011	49.851	69.342	43
44	31.605	31.946	32.256	32.543	34.682	36.203	38.557	43.088	51.086	71.006	44
45	32.478	32.824	33.140	33.432	35.607	37.155	39.550	44.165	52.322	72.669	45
46	33.353	33.705	34.026	34.322	36.534	38.108	40.545	45.243	53.559	74.333	46
47	34.230	34.587	34.913	35.215	37.462	39.062	41.540	46.322	54.796	75.997	47
48	35.108	35.471	35.803	36.109	38.392	40.018	42.537	47.401	56.033	77.660	48
49	35.988	36.357	36.694	37.004	39.323	40.975	43.534	48.481	57.270	79.324	49

50	36.870	37.245	37.586	37.901	40.255	41.933	44.533	49.562	58.508	80.988	50
51	37.754	38.134	38.480	38.800	41.189	42.892	45.533	50.644	59.746	82.652	51
n	0.007	0.008	0.009	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.2	0.4	n
вероятность потерь (E)											
n	0.00001	0.00005	0.0001	0.0005	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	n
51	26.789	28.706	29.632	32.094	33.332	34.716	35.611	36.293	36.852	37.331	51
52	27.513	29.459	30.400	32.898	34.153	35.558	36.466	37.157	37.724	38.211	52
53	28.241	30.216	31.170	33.704	34.977	36.401	37.322	38.023	38.598	39.091	53
54	28.971	30.975	31.942	34.512	35.803	37.247	38.180	38.891	39.474	39.973	54
55	29.703	31.736	32.717	35.322	36.631	38.094	39.040	39.760	40.351	40.857	55
56	30.438	32.500	33.494	36.134	37.460	38.942	39.901	40.630	41.229	41.742	56
57	31.176	33.266	34.273	36.948	38.291	39.793	40.763	41.502	42.109	42.629	57
58	31.916	34.034	35.055	37.764	39.124	40.645	41.628	42.376	42.990	43.516	58
59	32.659	34.804	35.838	38.581	39.959	41.498	42.493	43.251	43.873	44.406	59
60	33.404	35.577	36.623	39.401	40.795	42.353	43.360	44.127	44.757	45.296	60
61	34.151	36.351	37.411	40.222	41.633	43.210	44.229	45.005	45.642	46.188	61
62	34.900	37.127	38.200	41.045	42.472	44.068	45.099	45.884	46.528	47.081	62
63	35.651	37.906	38.991	41.869	43.313	44.927	45.970	46.764	47.416	47.975	63
64	36.405	38.686	39.784	42.695	44.156	45.788	46.843	47.646	48.305	48.870	64
65	37.160	39.468	40.579	43.523	45.000	46.650	47.716	48.528	49.195	49.766	65
66	37.918	40.252	41.375	44.352	45.845	47.513	48.591	49.412	50.086	50.664	66
67	38.677	41.038	42.173	45.183	46.692	48.378	49.467	50.297	50.978	51.562	67
68	39.439	41.825	42.973	46.015	47.540	49.243	50.345	51.183	51.872	52.462	68
69	40.202	42.615	43.775	46.848	48.389	50.110	51.223	52.071	52.766	53.362	69
70	40.967	43.405	44.578	47.683	49.239	50.979	52.103	52.959	53.662	54.264	70
71	41.734	44.198	45.382	48.519	50.091	51.848	52.984	53.848	54.558	55.166	71
72	42.502	44.992	46.188	49.357	50.944	52.718	53.865	54.739	55.455	56.070	72
73	43.273	45.787	46.996	50.195	51.799	53.590	54.748	55.630	56.354	56.974	73
74	44.045	46.585	47.805	51.035	52.654	54.463	55.632	56.522	57.253	57.880	74
75	44.818	47.383	48.615	51.877	53.511	55.337	56.517	57.415	58.153	58.786	75
76	45.593	48.183	49.427	52.719	54.369	56.211	57.402	58.310	59.054	59.693	76
77	46.370	48.985	50.240	53.563	55.227	57.087	58.289	59.205	59.956	60.601	77
78	47.149	49.787	51.054	54.408	56.087	57.964	59.177	60.101	60.859	61.510	78
79	47.928	50.592	51.870	55.254	56.948	58.842	60.065	60.998	61.763	62.419	79
80	48.710	51.397	52.687	56.101	57.810	59.720	60.955	61.895	62.668	63.330	80
81	49.492	52.204	53.506	56.949	58.673	60.600	61.845	62.794	63.573	64.241	81
82	50.277	53.012	54.325	57.798	59.537	61.480	62.737	63.693	64.479	65.153	82
83	51.062	53.822	55.146	58.649	60.403	62.362	63.629	64.594	65.386	66.065	83
84	51.849	54.633	55.968	59.500	61.269	63.244	64.522	65.495	66.294	66.979	84
85	52.637	55.445	56.791	60.352	62.135	64.127	65.415	66.396	67.202	67.893	85
86	53.427	56.258	57.615	61.206	63.003	65.011	66.310	67.299	68.111	68.808	86
87	54.218	57.072	58.441	62.060	63.872	65.897	67.205	68.202	69.021	69.724	87
88	55.010	57.887	59.267	62.915	64.742	66.782	68.101	69.106	69.932	70.640	88
89	55.804	58.704	60.095	63.772	65.612	67.669	68.998	70.011	70.843	71.557	89
90	56.598	59.526	60.923	64.629	66.484	68.556	69.896	70.917	71.755	72.474	90
91	57.394	60.344	61.753	65.487	67.356	69.444	70.794	71.823	72.668	73.393	91
92	58.192	61.164	62.584	66.346	68.229	70.333	71.693	72.730	73.581	74.311	92
93	58.990	61.985	63.416	67.206	69.103	71.222	72.593	73.637	74.495	75.231	93
94	59.789	62.807	64.248	68.067	69.978	72.113	73.493	74.545	75.410	76.151	94
95	60.590	63.630	65.082	68.928	70.853	73.004	74.394	75.454	76.325	77.072	95
96	61.392	64.454	65.917	69.791	71.729	73.896	75.296	76.364	77.241	77.993	96
97	62.194	65.279	66.752	70.654	72.606	74.788	76.199	77.274	78.157	78.915	97
98	62.998	66.105	67.589	71.518	73.484	75.681	77.102	78.185	79.074	79.837	98
99	63.803	66.932	68.426	72.383	74.363	76.575	78.006	79.096	79.992	80.760	99
100	64.609	67.760	69.265	73.248	75.242	77.469	78.910	80.008	80.910	81.684	100
101	65.416	68.589	70.104	74.115	76.122	78.364	79.815	80.920	81.829	82.608	101
n	0.00001	0.00005	0.0001	0.0005	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	n

вероятность потерь (E)
