

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

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**Кафедра информационно-телекоммуникационных
систем и технологий**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШИРОКОПОЛОСНОЙ СЕТИ АБОНЕНТСКОГО
ДОСТУПА В 13-ОМ МИКРОРАЙОНЕ Г. ЖЕЛЕЗНОГОРСК**

Выпускная квалификационная работа
обучающегося по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные
технологии и системы связи
заочной формы обучения, группы 07001362
Мартынова Вячеслава Юрьевича

Научный руководитель
ст. преп. кафедры
Информационно-
телекоммуникационных
систем и технологий
НИУ «БелГУ» Курлов А.В.

Рецензент
Старший электромеханик
радиосвязи
Белгородского регионального
центра связи филиала ОАО «РЖД»
Парахина Ж.А.

БЕЛГОРОД 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ШИРОКОПОЛОСНОГО АБОНЕНТСКОГО ДОСТУПА.....	5
1.1 Предпосылки развития технологий FTTx	5
1.2 Типы технологий FTTx	7
1.3 FTTB – оптоволоконные каналы до здания.....	12
1.4 Особенности технологии FTTB.	14
1.5 Внедрение технологии FTTB	16
2 АРХИТЕКТУРА СЕТИ АБОНЕНТСКОГО ШИРОКОПОЛОСНОГО ДОСТУПА FTTB В 13-ТОМ МИКРОРАЙОНЕ Г. ЖЕЛЕЗНОГОРСК, ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ.....	18
2.1 Основные преимущества технологии FTTB.....	18
2.2 Выбор оборудования	22
2.2.1.Оборудование уровня ядра	22
2.2.2. Оборудование уровня агрегации	24
2.2.3 Оборудование уровня доступа.....	26
2.2.4 Шлюз контроля доступа	29
2.2.5. Мультисервисный маршрутизатор.....	30
2.2.6. Шлюз VoIP	31
2.3 Решения для абонентского доступа в многоквартирном секторе	34
3 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ВОЛС	37
3.1 Выбор трассы ВОЛС	37
3.2 Выбор кабеля.....	38
3.4 Определение пропускной способности, проектируемой ВОЛС.....	40
3.5 Расчет проектной длины регенерационного участка.....	42
3.6 Расчет надежности линии ВОЛС.....	43

					11070006.11.03.02.226.ПЗВКР			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		<i>Мартынов В.Ю.</i>			Проектирование широкополосной сети абонентского доступа в 13-ом микрорайоне г. Железногорск	Лит.	Лист	Листов
Провер.		<i>Курлов А.В.</i>					3	79
Рецензент		<i>Парахина Ж.А.,</i>				<i>НИУ «БелГУ», гр._07001362</i>		
Н. контр.		<i>Курлов А.В.</i>						
Утв.		<i>Жиляков Е.Г.</i>						

4 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ БЕСПРОВОДНОГО ДОСТУПА.....	46
4.1 Энергетический расчет радиолинии связи Wi-Fi (точки радиодоступа)...	46
4.2 Оценка допустимой скорости передачи в канале сети Wi-Fi для «близких» и «далеких» пользователей точек доступа.....	47
4.3 Расчет емкости сети.....	48
4.4 Расчет чувствительности приемника точки доступа	51
4.5 Расчет максимально допустимых потерь сети	54
5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЯТЫХ РЕШЕНИЙ	57
5.1 Описание проекта	57
5.2 Капитальные вложения	58
5.3 Калькуляция эксплуатационных расходов	60
5.4 Страховые взносы.....	61
5.5 Амортизационные отчисления	61
5.6 Материальные затраты.....	61
5.7 Прочие расходы	62
5.8 Калькуляция доходов	63
5.9 Определение оценочных показателей проекта.....	65
5.10 Индекс рентабельности.....	66
5.11 Внутренняя норма доходности (IRR)	67
6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	69
6.1 Анализ условия труда.....	69
6.2 Планирование рабочего места оператора.....	74
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	77
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	78

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВВЕДЕНИЕ

Растущие потребности абонентов в информационных услугах, рост трафика передачи данных приводят к необходимости модернизации существующих и созданию новых мультисервисных сетей связи абонентского доступа, которые будут способны удовлетворить возрастающие информационные запросы общества. С целью удовлетворения этих запросов необходимо стремиться учитывать концепцию сетей следующего поколения. Сеть следующего поколения (Next Generation Network/NGN) определяется институтом инженеров по электротехнике и электронике, как сеть связи, которая позволяет передавать весь спектр данных (видео, медиа, голос и т.д.) в одной сетевой инфраструктуре путем инкапсулирования данных в пакеты. При этом вид предоставляемой услуги не зависит от технологий непосредственной передачи данных. Сеть связи следующего поколения должна предоставляет неограниченный доступ абонентов к различным провайдерам услуг, будь то VoIP, IP-TV, Интернет и т.п. Кроме этого, сеть должна, при необходимости, обеспечивать мобильность пользователей, которая позволит осуществить предоставление услуги пользователю, там, где ему нужно и когда ему будет она необходима. Краеугольным камнем концепции сети следующего поколения является отделение друг от друга функций маршрутизации и коммутации, функций управления вызовами и функций управления услугами.

Актуальность ВКР обусловлена необходимостью использования современных сетевых технологий для удовлетворения запросов информационного характера, что в первую очередь, позволит увеличить доход оператора связи за счет предоставления широкого спектра услуг и снижения затрат на эксплуатацию и дальнейшее масштабирование сети.

Целью выпускной квалификационной работы является предоставление мультисервисных услуг жителям 13-того микрорайона г. Железногорск.

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Задачи:

1. Анализ инфраструктуры объекта.
2. Анализ вариантов построения сети связи, выбор сетевой технологии.
3. Расчет параметров трафика мультисервисной сети.
4. Расчет объема оборудования.
5. Составление схемы организации связи.
6. Выбор типа линейно-кабельных сооружений.
7. Составление схемы прокладки кабеля.

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ШИРОКОПОЛОСНОГО АБОНЕНТСКОГО

1.1 Предпосылки развития технологий FTTx

Быстрое развитие рынка FTTx по большей части обусловлено повышением спроса пользователей к новым типам контента с графикой и видео высокого качества, а также онлайн играм. Возросшая за последние несколько лет популярность социальных сетей, генерация контента самими пользователями Интернета и приложений, работающих с пиринговыми сетями (P2P) порождают симметричные потоки трафика в противоположность широко распространенным ранее клиент-серверным приложениям с асимметричным трафиком. Очевидно, что именно Ethernet с его высокими скоростями и симметричной полосой наилучшим образом соответствует новым требованиям. Например, пересылка друзьям 40-Гбайт файла (Blue ray диска) с домашним видео займет при 1,5-Мбит/с ADSL-подключении около одного дня, при 100-Мбит/с Ethernet-подключении – примерно 3 часа, а при 1Гб/с Ethernet-подключении порядка 10 минут.

О росте спроса к видео услугам в HD качестве, как о основной причине внедрения технологии FTTx говорят многие эксперты. По мере увеличения количества потребителей качественных видео услуг и увеличением спроса на такие услуги, как телевидение высокой четкости (HDTV), и в особенности интерактивное IP телевиденья высокой четкости (IPTV), они играют ведущую роль в формировании повышенных требований к сетям доступа, удовлетворение которых возможно лишь посредством технологии FTTx. В частности, начинается переход с группового вещания на персональные интерактивные видео услуги означает рост потребности каждого абонента в выделенной, стабильной полосе пропускания.

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Так же увеличение темпов роста продаж ЖК-телевизоров высокой четкости говорят о желании абонентов в получении услуги ТВ-вещания более высокого качества, чем-то, какое может предложить им аналоговое ТВ, и в современных условиях использование IPTV является фактически единственной возможностью для домашнего пользователя выбирать фильмы, передачи и, самое главное, время их просмотра. Поэтому начало массовой модернизации сетей – вопрос уже даже не ближайших двух лет, а текущего времени. Сегодня каждый Интернет-провайдер, осознает, что инвестиции в оптику – это инвестиции на несколько десятилетий вперед, благодаря которым прибыль будет в десятки раз превышать затраты, чем объясняются и активная скупка оборудования, и множество проектов, в том числе по прокладке оптики непосредственно в квартиры абонентов.

В ближайшее время оптический доступ, станет не единственным вариантом, способным поддерживать предоставление услуг широкополосного доступа, но потенциал оптической инфраструктуры как среды передачи очень высок, и можно быть уверенным в возврате вложенных инвестиций. Вместе с тем он предупреждает, что процесс строительства сетей передачи высокоскоростного трафика до абонента сложен и из-за отсутствия глобально превалирующей технологии: с услугами, требующими большей пропускной способности канала, все более или менее ясно: высокоскоростной доступ в Интернет, игровые серверы, услуги IPTV и VoIP (для предоставления второго телефонного номера в квартиру) – основные услуги у любого провайдера. А вот методы подачи услуг, модель предоставления услуг абоненту, выбор технологии с точки зрения стоимости эксплуатации, взаимодействия с владельцами домашней инфраструктуры – это вопросы, которые каждый провайдер решает индивидуально, что и определяет отсутствие "единой" массово используемой технологии, аналогичной ADSL на сетях общего пользования.

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.2 Типы технологий FTTx

Fiber To The X или FTTx (англ. fiber to the x — оптическое волокно до точки X) — это общий термин для любой сети, в которой от узла связи до определенного места (точка X) доходит волоконно-оптический кабель, а далее, до абонента, — медный кабель (возможен и вариант, при котором оптика прокладывается непосредственно до абонентского устройства). Таким образом, FTTx — это только физический уровень. Однако фактически данное понятие охватывает и большое число технологий канального и сетевого уровня. С широкой полосой систем FTTx неразрывно связана возможность предоставления большого числа новых услуг.

В семейство FTTx входят различные виды архитектур:

- FTTN (Fiber to the Node) — волокно до сетевого узла;
- FTTC (Fiber to the Curb) — волокно до микрорайона, квартала или группы домов;
- FTTB (Fiber to the Building) — волокно до здания;
- FTTN (Fiber to the Home) — волокно до жилища (квартиры или отдельного коттеджа).

Они отличаются тем, насколько близко к пользовательскому терминалу подходит оптический кабель (см. рисунок 1.1)

Первыми появились решения на основе FTTN и FTTC. На сегодняшний день FTTN позиционируется как бюджетное и быстро внедряемое решение там, где уже действует распределенная «медная» инфраструктура и прокладка оптоволокна из-за этого нерентабельна. Из-за этого появляются связанные с этим решением трудности: невысокое качество предоставляемых услуг, обусловленное специфическими проблемами лежащих в канализации медных кабелей, существенное ограничение по скорости и количеству подключений в одном кабеле.

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

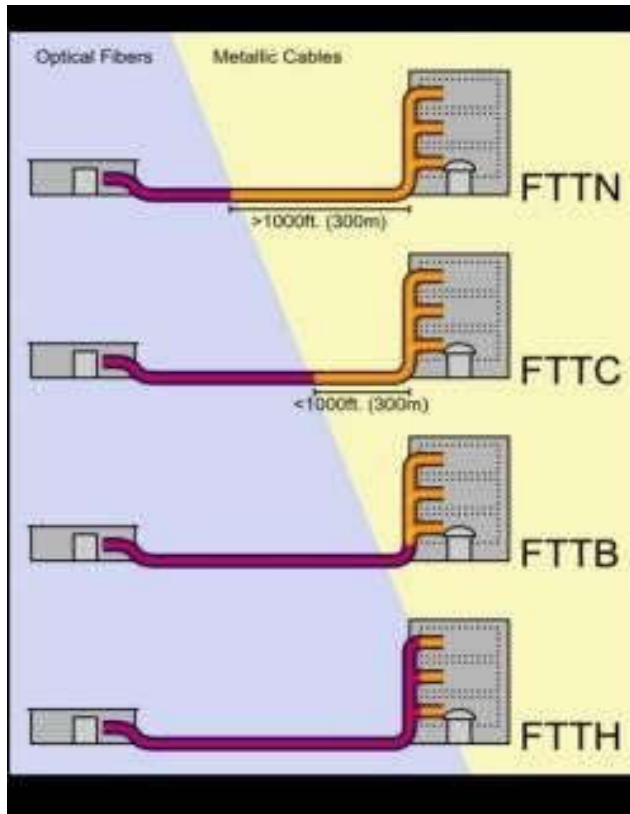


Рисунок 1.1 – Архитектура технологий FTTx

FTTC — это улучшенный вариант FTTN, лишённый части недостатков FTTN. В случае с FTTC в основном используются медные кабели, проложенные внутри зданий, которые, как правило, с большой протяженностью линии и качеством используемых медных жил, что позволяет добиться более высокой скорости передачи на медном участке.

FTTC в первую очередь предназначена для провайдеров, уже использующих технологии xDSL или PON, и провайдеров кабельного телевидения: реализация этой архитектуры позволит им с меньшими затратами увеличить и число обслуживаемых пользователей, и выделяемую каждому из них полосу пропускания. В России этот тип подключения часто применяется провайдерами Ethernet-сетей из-за более низкой стоимостью медных решений и того что монтаж оптического кабеля требует высокой квалификации монтажника.

Выходит, что запланированный набор услуг и необходимый для их предоставления полоса пропускания имеют непосредственное влияние на выбор технологии FTTx. Чем выше скорость передачи данных и чем больше набор услуг, тем ближе к клиенту должна подходить оптика, и самой высокоскоростной в данном случае использование технологии FTTH. Если же приоритетом является сохранение имеющейся инфраструктуры и оборудования, наилучшим выбором для провайдера и клиента будет FTTB.

FTTB - оптическое волокно до здания. Устанавливается один единый терминал, а от него проводят медный кабель до квартиры. В саму квартиру заводят только один кабель, который подключается к домашнему роутеру, а от него к оконечным устройствам. Архитектура FTTB получила наибольшее распространение, так как при строительстве сетей FTTx на базе Ethernet, чаще всего это единственная технически возможная схема. Кроме этого, в структуре затрат на создание сети FTTx разница между вариантами FTTC и FTTB относительно небольшая, при этом соотношение расходы на эксплуатацию сети и пропускной способностях FTTB ниже. Архитектура FTTB доминирует у крупных провайдеров при модернизации текущих сетей в жилых домах, тогда как FTTH целесообразно только в новом малоэтажном строительстве. В первую очередь это связано с существенно более высокой стоимостью ее реализации и оконечного оборудования по сравнению со стоимостью сети FTTC/FTTB, отсутствием возможности реализации полосы пропускания для пользователя.

FTTH — оптическое волокно до квартиры. В квартире устанавливается оконечное оборудование, и от него уже медный кабель до ПК. Однозначно в пользу решений FTTH выступают эксперты компании Motorola. Они сравнивают продолжительность жизненного цикла инвестиций в любую технологию доступа и коррелированный рост требований к пропускной способности каналов доступа. Проведенный анализ показывает, что если технические решения, которые закладываются в основу сегмента доступа сети сегодня, окажутся неспособными обеспечить скорость 100 Мбит/с в

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2015— 2016 годах, то моральное устаревание оборудования произойдет до окончания инвестиционного цикла. Провайдер должен обязательно учитывать эти данные, иначе он окажется уязвимым перед конкурентами по мере стремления пользователей к получению услуг все более высокого класса.

Эксперты компании Alcatel-Lucent перечисляют следующие преимущества архитектуры FTTH:

- из всех вариантов FTTx она обеспечивает наибольшую полосу пропускания;
- это полностью стандартизированный и наиболее перспективный вариант;
- решения FTTH обеспечивают массовое обслуживание абонентов на расстоянии до 20 км от узла связи;

Они позволяют существенно сократить эксплуатационные расходы — за счет уменьшения площади технических помещений (необходимых для размещения оборудования), снижения энергопотребления и собственно затрат на техническую поддержку.

Технологические ограничения на положение точки "х" оказывает прежде всего ближайший к абоненту участок доступа. В большинстве случаев наблюдается следующая картина: в городе, где оператор подключает в основном многоквартирные и офисные здания, точка "х" располагается внутри здания и FTTx "превращается" в FTTB; при подключении частных домов (сельская местность, коттеджные поселки) используются или системы FTTH (оптика доходит до дома потребителя) на основе технологии PON либо FTTC

(оптика до группы домов) – например, с DSL- или Wi-Fi-доступом к абонентам.

Выбор места размещения точки "х" во многом зависит от того, находятся ли абоненты в многоэтажных или в индивидуальных домах: Например, для коттеджных поселков, особенно вновь строящихся, имеет

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

смысл использовать вариант FTTH, а в многоэтажных домах можно использовать архитектуру FTTB, оставляя внутри домов медные кабели. Даже в случае последующей полной замены таких кабелей затраты будут значительно меньше, чем при подобной замене кабельной системы в частном секторе.

Вопрос размещения оборудования, терминирующего оптическую составляющую линии связи, всегда зависит от множества причин: наличия или отсутствия альтернативной инфраструктуры, возможности "войти" в дом с активным оборудованием, числа подключаемых абонентов и т. д. Операторы, владеющие телефонными линиями в домах или коаксиальным кабелем, предпочитают использовать их с целью ускорения возврата инвестиций, и поэтому тяготеют к решениям FTTC, а операторы, ищущие альтернативный путь подхода к абоненту, более склонны к строительству сетей FTTH, базирующихся на разных технологиях, будь то GPON, Ethernet или WDM PON.

Набор услуг определяется типом и числом интерфейсов в оконечном устройстве, а также механизмами управления трафиком. Если необходимо сохранить существующую инфраструктуру, лучше ориентироваться на системы FTTC/FTTB, которые имеют оптический uplink-интерфейс и интерфейсы ADSL2+/VDSL, Fast Ethernet и FXS в сторону абонентов. Эти системы используются преимущественно в бизнес-центрах, жилых комплексах, на крупных предприятиях с существующей медной инфраструктурой. При использовании FTTH-систем набор интерфейсов более ограничен: один-два порта Fast/Gigabit Ethernet, столько же портов FXS и, возможно, коаксиальный интерфейс ТВ.

Организация сети FTTx экономически оправдана в случае большой концентрации платежеспособных клиентов или нового строительства, когда вопрос об организации прокладки кабеля (многопарная медь или оптика) еще решается. При этом желательно планировать сеть таким образом, чтобы точка "х" находилась как можно ближе к абоненту. Если рассматривать

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

строительство новых районов и кварталов, то точку "х" целесообразно доводить непосредственно до здания.

В связи с активным продвижением новых услуг, включая "видео по запросу" ТВ высокого разрешения и трехмерное ТВ и видео почту, точка "х" приближается к абоненту. Сдерживающий фактор здесь только один – высокие капитальные затраты. Провайдеры имеют в своем арсенале ряд объединенных под единым брендом DrakaXSNet продуктов и технологий, которые позволяют существенно снизить эти затраты. Здесь и технология задувки оптоволоконна в шахты, и новые типы волокон BendBrightXS и набор программных продуктов для проектирования, строительства и паспортизации сети.

1.3 ФТТВ – оптоволоконные каналы до здания

В настоящее время наиболее популярна архитектура ФТТВ. В 2016 г. лидерами по приросту абонентов останутся домовые сети, которые используют оптоволоконные каналы до здания и далее по витой паре категории 5е развертывают выделенные каналы связи до абонента. Вместе с тем со временем сети PON увеличат свою долю в общем объеме инсталляций.

Архитектура ФТТВ получила наибольшее распространение, так как при строительстве сетей ФТТх на базе Ethernet (ЕТТх) часто это единственная технически возможная схема. Кроме этого, в структуре затрат на создание сети ЕТТх разница между вариантами ФТТС и ФТТВ относительно небольшая, при этом операционные расходы при эксплуатации сети ФТТВ ниже, а пропускная способность выше. Архитектура ФТТВ станет доминировать во вновь возводимых домах и у крупных операторов связи, тогда как ФТТН будет востребована только в новом малоэтажном строительстве. В первую очередь это связано с существенно более высокой

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

стоимостью ее реализации по сравнению со стоимостью сети FTTC/FTTB, отсутствием преимуществ в полосе пропускания для пользователя и сложностью монтажа у абонента.

На данный момент становится все более востребованной технология FTTB с размещением коммутатора Ethernet в здании. Данный подход в отличие от архитектуры FTTH P2P позволяет сократить расходы на капитальное строительство оптических линий и успешно конкурировать с ADSL за подключение новых абонентов, включая корпорации и предприятия малого бизнеса.

Решения, построенные по технологии FTTB, выгодно отличаются от систем FTTH и FTTC отсутствием необходимости использовать DSL-технологии. Как правило, в этом случае становится возможным использовать на медной части сети только технологию Ethernet, которая полностью удовлетворяет требования к ширине полосы и качеству сервиса на ближайшие несколько лет.

FTTB является “оптимальной” технологией, наиболее удобной для городов среднего и большого размеров.

Под такой технологией понимают относительно глубокое проникновение оптики до абонента, т.е. работу оптического узла (ОУ) в среднем на 100...250 абонентов (например, 9...12-ти этажный дом на 4...6 подъездов). При этом после ОУ каскадно включается обычно не более одного коаксиального усилителя (см. рисунок 1.2).

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

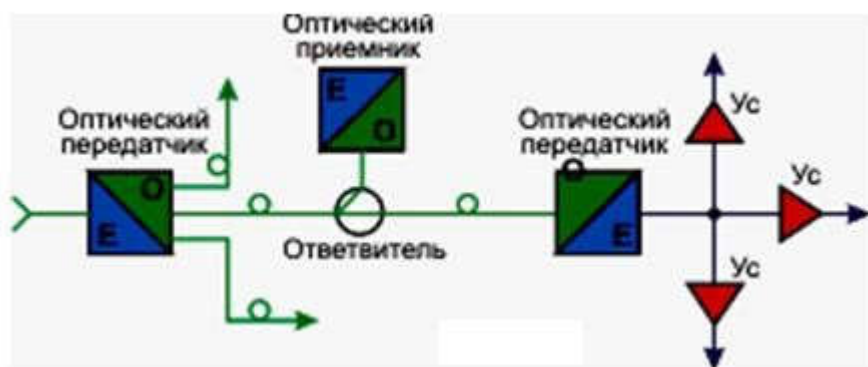


Рисунок 1.2- Архитектура ФТТВ

1.4 Особенности технологии ФТТВ.

Повышенная надежность. Как известно из практики, наибольшее число отказов приходится именно не на ВОЛС, а на коаксиальные сети. Ввиду наличия каскадно включенного не более одного усилителя (например, усилитель на подъезд), вероятность отказа является низкой.

Простота построения параллельных цифровых сетей является наиважнейшим достоинством ФТТВ технологии. При этом под параллельную цифровую сеть выделяется отдельное оптическое волокно (вместо жилы под реверсный канал).

Более высокие скорости цифровых потоков в реверсном направлении при неизменном числе частотных каналов обязаны исключительно числу upstream-приемников (приемники реверсного направления), устанавливаемых в составе головной станции кабельных модемов (CMTS). Увеличение числа upstream-приемников (следовательно, и увеличение суммарных скоростей в реверсном направлении) при сохранении отношения несущая/шум (C/N) стало возможным благодаря снижению числа абонентов, нагружаемых на один ОУ.

Простота реализации новых цифровых технологий, накладываемых на уже существующие FTTB сети. Решение EoS не требует прокладки дополнительного кабеля, например, UTP, и обеспечивает доступ к Ethernet сети на абонентской розетке, подключенной к коаксиальному кабелю оператора КТВ. Кстати, технология EotN от компании Teleste, позволяет и операторам FTTC сетей обойтись без прокладки ВОЛС до дома при строительстве Ethernet сетей. Возможность использования экономичных ОУ достигается за счет того простого факта, что вслед за ОУ устанавливается мощный домовой усилитель, следовательно, к выходному каскаду ОУ (а именно величиной его максимального выходного уровня и определяется ценовая политика ОУ) не предъявляется жестких требований как по коэффициенту усиления, так и по выходному уровню.

Работа при низких входных оптических мощностях достигается благодаря тому факту, что последующий домовой усилитель фактически не вносит вклада в снижение S/N из-за его высокого выходного уровня. Именно работа при низких входных оптических мощностях допускает использование малого числа оптических передатчиков (следовательно, уменьшается стоимость ВОЛС в целом) при большом числе ОУ.

Таким образом, именно FTTB технология HFC сети является наиболее выгодной для условий эксплуатации как с точки зрения ценовой политики, так и с точки зрения реализации высоких технических параметров.

Следует также добавить, что при исполнении FTTB технологии на базе универсальных платформ серии AC (Teleste), возможна дальнейшая экономичная модернизация до FTTH технологии за счет простой установки в AC платформу (в начальной поставке это коаксиальный усилитель) приемного оптического модуля.

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.5 Внедрение технологии FTTB

Внедрение технологии FTTB началось с понижением спроса на услуги на базе ADSL, из-за того, что данная технология уже исчерпала свои возможности, и приходом на наш рынок новых участников, которые предоставляли услуги основанные на данной технологии. Услуга "ID Net": – проводной широкополосный доступ в Интернет на базе волоконно-оптической сети нового поколения FTTB.

Подключаются только многоэтажные дома, частный сектор не подключается.

Технология подключения: на крыше дома или в подвале, устанавливается коммутаторы – коммутатор (точка коллективного доступа, ТКД), до него с АТС протягивается оптоволокно. От коммутатора до абонента протягивается обычный UTP (Unshielded twisted pair - неэкранированная витая пара) кабель 5-й категории.

По услуге «ID Net» в данный момент трафик не учитывается на любые ресурсы.

FTTB – Fiber to the building (волокно в дом, волокно в здание).

Оптическое волокно - нить из оптически прозрачного материала (стекло, пластик), используемая для переноса света внутри себя посредством полного внутреннего отражения. Кабели на базе оптических волокон используются в волоконно-оптической связи, позволяющей передавать информацию на большие расстояния с более высокой скоростью передачи данных, чем в электронных средствах связи. Технические характеристики оптоволокна качественнее, пропускная способность оптоволокна около 1024 Гигабит/сек, а медного кабеля около 10 Гигабит/сек.

Оптическое волокно имеет круглое сечение и состоит из трех частей — защитной оболочки, светоизоляционной оболочки сердцевины и сердцевины

(см рисунок 1.3).

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

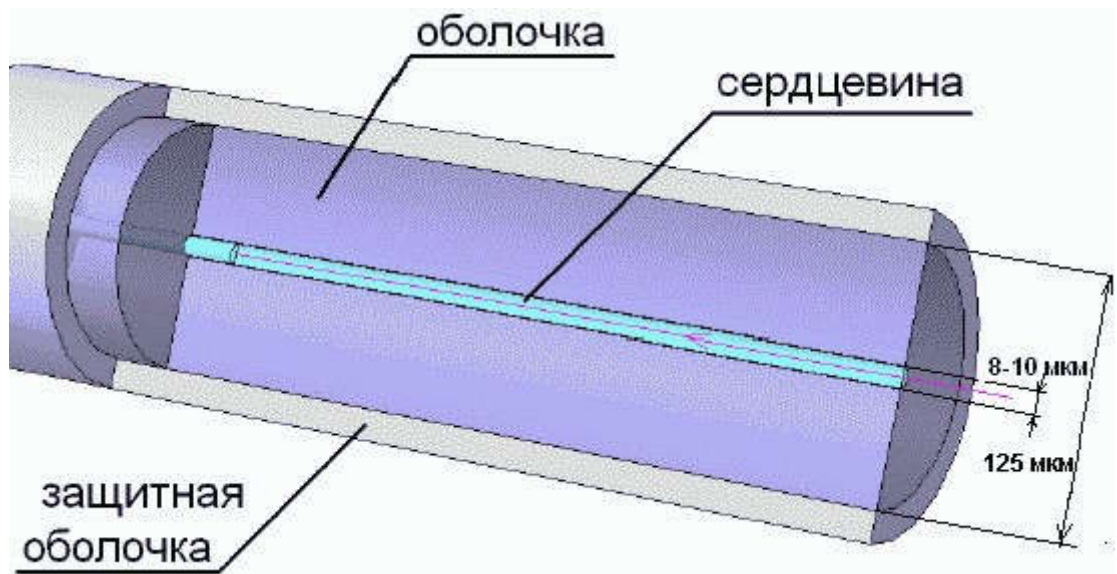


Рисунок 1.3 - Строение оптического кабеля

Для обеспечения полного внутреннего отражения абсолютный показатель преломления сердцевины несколько выше показателя преломления оболочки.

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 АРХИТЕКТУРА СЕТИ АБОНЕНТСКОГО ШИРОКОПОЛОСНОГО ДОСТУПА ФТТВ В 13-ТОМ МИКРОРАЙОНЕ Г. ЖЕЛЕЗНОГОРСК, ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

2.1 Основные преимущества технологии ФТТВ

Если раньше при работе в интернет регулярно были обрывы или падала скорость, а техническая служба ничем не могла вам помочь, ссылаясь на отсутствие технической возможности, то в случае подключения интернета по технологии ФТТВ таких проблем не может быть в принципе. Если кабель не поврежден, то интернет всегда будет работать на заявленной в вашем тарифе скорости.

Высокая скорость работы сети Интернет. Технология ФТТВ позволяет заметно увеличить объем передаваемой информации. Скорость подключения к интернету технологии ФТТВ ограничена лишь тарифным планом и скоростью локальной сети внутри здания, которая может составляет до 1000Мб/с в секунду, чего должно быть достаточно даже самым требовательным пользователям. Кроме того, технология ФТТВ дает еще одно преимущество абонентам — это симметричный канал. При использовании ADSL скорость исходящего канала (по которому информация отправляется от абонента) намного ниже скорости входящего, что может быть критично для тех пользователей, которые постоянно обмениваются файлами или выкладывают видеоролики в Интернет. Симметричный канал ФТТВ обеспечивает одинаковую высокую скорость для исходящего и входящего каналов. Кроме того, синхронная линия позволяет размещать игровые и веб-сервера прямо у себя дома, при этом нет необходимости платить хостинг-компаниям за размещение информации на сервере.

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Доступ к внутренним ресурсам внутри домашней сети в данный момент осуществляется со скоростью 100 Мб/с. Для всех абонентов, подключенных к интернету по технологии FTTH, скорость доступа к внутренним ресурсам внутри домашней сети не ограничена тарифным планом. Внутри домашней сети для абонентов доступно большое количество разнообразного цифрового контента: музыка, фильмы, игры, в том числе возможность игры онлайн с другими пользователями внутри домашней сети, подключенных как по технологии FTTH, так и ADSL.

Отсутствие необходимости покупать и настраивать модем. При подключении интернета по технологии FTTH, специалисты компании проведут кабель в вашу квартиру непосредственно к вашему, для работы в интернете достаточно просто включить его в сетевой порт вашего маршрутизатора.

Широкому распространению FTTH способствовали снижение цен на оптический кабель, появление дешевых оптических приемников, передатчиков и оптических усилителей. Использование оптики в FTTH избавляет от необходимости заземления несущего троса, исключает выход оборудования из строя от статического электричества, и облегчает согласование развертываемой сети в надзирающих инстанциях. Топология сети, построенной по технологии FTTH, показана на рисунке 2.1.

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

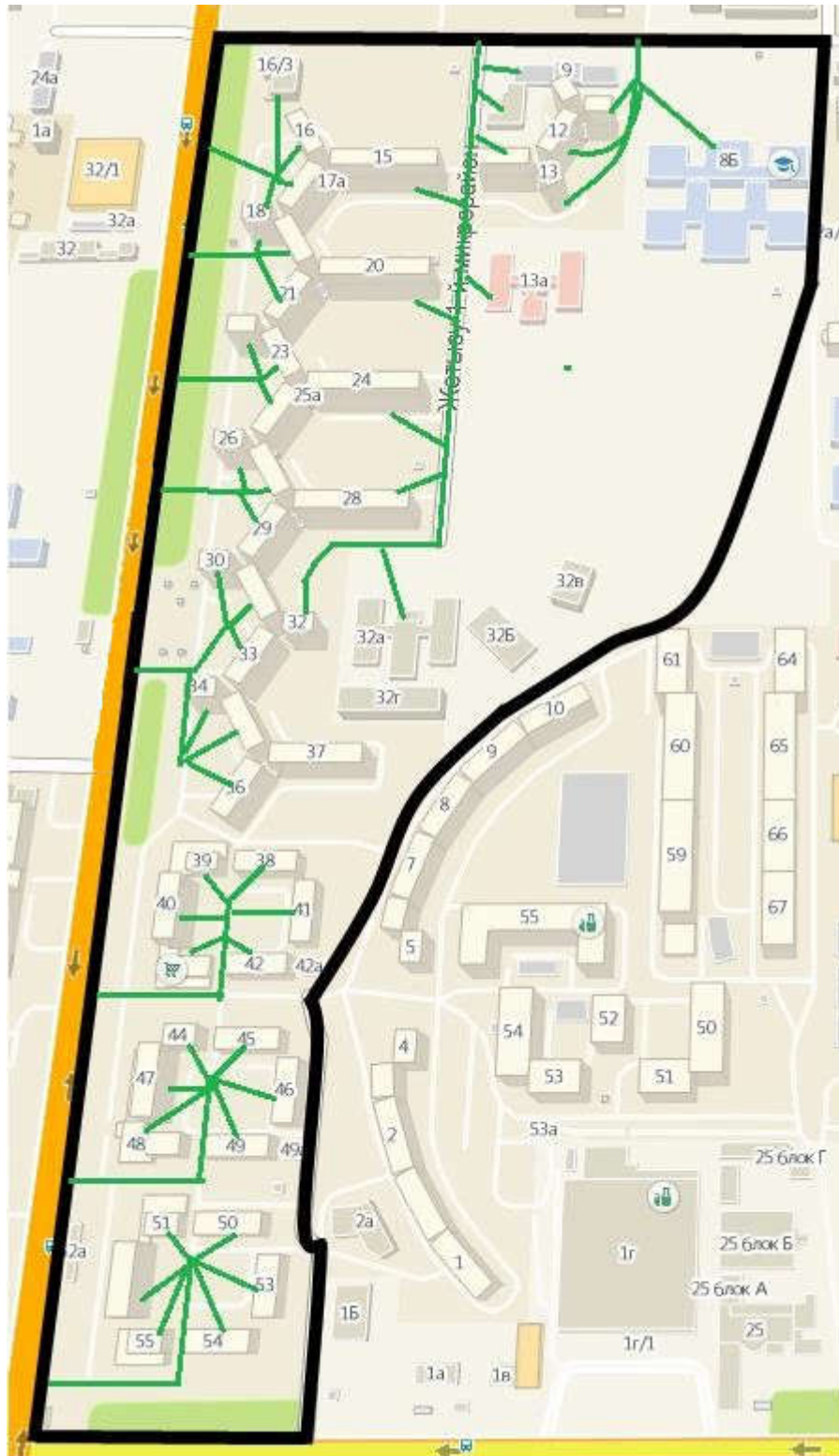


Рисунок 2.1 – Топология сети ФТТВ в 13-том микрорайоне г. Железногорск

Топология данной сети во многом повторяет гибридную волоконнокоаксиальную сеть и также состоит из узла передачи данных, магистральной волоконно-оптической линии связи (ВОЛС) и

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

распределительной сети. Отличие FTTB состоит лишь в замене оптических узлов ГВКС на «узлы второго уровня» (усилительные пункты) и кабеля распределительных сетей с коаксиального кабеля на оптический. Головная станция и домовая распределительная сеть не требуют изменения при модернизации, а для магистрали может потребоваться лишь увеличение числа оптических волокон. Исходя из вышесказанного, в сетях FTTB возрастает количество прокладываемого оптоволокна и устанавливаемых оптических приемников.

Сеть FTTB, построенная по данной технологии - это две наложенные сети: одна для услуг аналогового кабельного телевидения, другая — для услуги передачи данных. Объединяет их использование различных волокон в одних и тех же ОК на участках магистрали и в распределительных сетях узлов второго уровня. В остальном, в отличие от DOCSIS, при использовании FTTB все оборудование строго специализировано: либо передача ТВ, либо передача данных, и при выходе из строя одного оборудования другая услуга не страдает.

Развертываемые в настоящее время оптоволоконные сети доступа базируются на различных архитектурах и технологиях. Тщательно продуманные стандарты для этих технологий и доступность необходимого оборудования обуславливают развертывание сетей сервис-провайдеров без значительного риска. Успешность их деятельности является стимулом к динамичному развитию этой отрасли.

Предлагаемое решение представляет собой различные виды телекоммуникационных антивандальных шкафов, которые предназначены для построения сетей Интернет-провайдеров, мультисервисных и беспроводных сетей. При разработке шкафов также были учтены пожелания клиентов по антивандальности, резервированию, мониторингу, VOIP-сети, вентиляции, постоянному питанию.

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Следуя стремительным тенденциям развития данного направления, было разработано и реализовано комплексное решение для операторов связи по построению узлов удаленного абонентского доступа PON/FTTx.

2.2 Выбор оборудования

Выбор оборудования имеет решающее значение для стадии проектирования сети, а стоимость оборудования является наиболее важной частью стоимости всей сети, и замена оборудования связано не только с дополнительными затратами, но часто трудоемкая работа.

Все оборудование, используемое в проектируемой сети должно быть одним из компании для того, чтобы избежать проблем с несогласованностью элементов от различных производителей. При выборе производителя оборудования считается наиболее известный и широко компанию.

2.2.1.Оборудование уровня ядра

На данном уровне предполагается установить Маршрутизатор HUAWEI NE40E-X3. Данный маршрутизатор представляет собой шасси с 22-мя слотами под карты расширения. Из этих слотов 16 отводятся под платы линейных интерфейсов (LPU), 4 слота под фабрики коммутации (SFU), и 2 слота под платы управления (MPU). Маршрутизатор NE40E-X3 обеспечивает коммутирующую способность 240 Гбит/с и неблокируемую коммутацию для портов общей емкостью до 120 Гбит/с.

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 2.1. Характеристики маршрутизатора NE40E-X3

Характеристика	Описание
Пропускная способность	Шина 1.35 Тбит/с
Емкость портов	240 Гбит/с
Производительность	120 Гбит/с 150 Mpps
Поддерживаемые интерфейсы	OC-192c/STM-64c POS OC-48c/STM-16c POS OC-12c/STM-4c POS OC-3c/STM-1c POS OC-12c/STM-4c ATM OC-3c/STM-1c ATM OC-192c/STM-64c RPR OC-48c/STM-16c RPR GE RPR Channelized OC-3/STM-1 10GE-WAN/LAN GE/FE E3/T3 E1/T1 CE1/CT1
IPv4	Протоколы маршрутизации Static routing, RIP, OSPF, ISIS, BGPv4
IPv6	Двойной стек IPv4 & IPv6, IPv6 static route, BGP4+, RIPng, OSPFv3, IS-ISv6, IPv6 neighbor discovery (ND), Path MTU (PMTU) discovery, TCP6, ping IPv6, tracert IPv6, socket IPv6, static IPv6 DNS and specified IPv6 DNS servers, TFTP IPv6 client, IPv6 policy routes, IPv6 over IPv4 tunnel: manual configured tunnel, automatic tunnel, 6to4 tunnel, GRE tunnel, ISATAP tunnel IPv4 over IPv6 tunnel, 6PE

Окончание таблицы 2.1.

Коммутация Layer 2	IEEE 802.1Q, IEEE802.1ad, IEEE 802.1D, IEEE 802.1w, IEEE 802.1s, Super VLAN
QoS	Multicast
Синхронизация через Ethernet	Поддерживается Ethernet Clock Synchronization, IEEE 1588v2
Архитектура	Интегрированное шасси, устанавливаемое в стандартную стойку 19"
Питание	DC: -48V AC: 110V/220V
Максимальное энергопотребление	900Вт
Размеры (Ш × Г × В)	442мм × 669мм × 168мм
Вес	33кг/53кг (полностью оснащенный DC/AC) 5.0кг (LPU) 1.5кг (MPU)

2.2.2. Оборудование уровня агрегации

Предполагается установить управляемый коммутатор Huawei S5328C-EI-24S (48x100/1000Base-X, 4 Combo GE(10/100/1000 BASE-T).

Таблица 2.2. Характеристики коммутатора S5328C-EI-24S

Производительность переадресации	66 млн. пакетов в сек.
Коммутационная ёмкость интерфейсов	88Гбит/с
Коммутационная ёмкость материнской платы	256Г бит/с
Описание интерфейсов	48 интерфейсов 100/1000Base-X, 4 интерфейса 10/100/1000Base-T Combo, а также 2 интерфейса 10GE XFP или 4 интерфейса 1000Base-X SFP.

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

Продолжение таблицы 2.2

Таблица адресов	MAC-	Поддержка стандарта IEE P802.17 Поддержка таблицы MAC-адресов емкостью 32К Поддержка автоматического распознавания и устаревания MAC-адресов Поддерживаются статические и динамические адреса, а также MAC-адреса типа "blackhole". Поддержка фильтрации пакетов на основе MAC-адреса источника.
VLAN		Поддержка до 4К VLAN Поддержка гостевых и голосовых VLAN Поддержка VLAN на базе MAC-адреса/протокола/IP-подсети/политики Поддержка коммутации VLAN по схеме 1:1 и N:1 Поддержка простейшего и выборочного механизма QinQ
Надежность		Поддержка топологии RRPP и RRPP multi-instance Поддержка древовидной топологии Smart Link и Smart Link multi-instance, а также защиты на уровне нескольких миллисекунд Поддержка BFD для OSPF, BFD для IS-IS, BFD для VRRP и BFD для PIM Поддержка STP, RSTP и MSTP Поддержка защиты BPDU, маршрута и шлейфа (loopback).
IP-маршрутизация		Поддержка статических маршрутов, RIP-1, RIP-2, OSPF и ESRP

Окончание таблицы 2.2

IPv6	Поддержка обнаружения смежных устройств (ND) Поддержка PMTU Поддержка IPv6 Ping, IPv6 Tracert и IPv6 Telnet Поддержка туннельных соединений, конфигурируемых вручную Поддержка туннеля 6to4 Поддержка туннелей ISATAP Поддержка ACL на базе адреса IPv6 источника, адреса IPv6 пункта назначения, интерфейса уровня 4 и типа протокола
Многоадресная передача	Поддержка слежения IGMP v1/v2/v3 и механизма быстрого выхода из группы Поддержка широковещательной переадресации в рамках VLAN и распространение многоадресных пакетов в сети VLAN Поддержка балансировки нагрузки многоадресной передачи между связанными интерфейсами Поддержка контролируемой многоадресной передачи Поддержка статистического учета трафика широковещательной передачи по интерфейсам Поддержка IGMP v1/v2/v3, PIM-SM и PIM-DM
Требования к окружающей среде	Температура: от 0°C до 50°C Относительная влажность: 10%~90% (без конденсации)
Входное напряжение	Номинальное напряжение: 100 ~ 240 В AC; 50/60 Гц Максимальное напряжение: 90 ~ 264 В AC; 50/60 Гц
Размеры (Ш x Г x В)	442×420×43.6
Энергопотребление	62 Вт (устанавливается 2 платы 10GE)

2.2.3 Оборудование уровня доступа

Предполагается установить коммутатор Huawei S2326TP-PWR-EI (24x10/100 BASE-T ports and 2 Combo GE(100/1000 BASE-T+100/1000 Base-X)).

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Таблица 2.3 - Характеристики коммутатора S2326TP-PWR-EI

Емкость переадресации	6.6 млн. пкт/с
Коммутационная емкость интерфейсов	8.8Гбит/с
Описание интерфейсов	S2326TP-E I/PWR-E I: 24 интерфейса 10/100 Base-TX, 2 интерфейса Combo (10/100/1000Base-T или 100/1000Base-X)
Таблица MAC-адресов	<p>Поддержка таблицы MAC-адресов емкостью 8К</p> <p>Добавление и удаление записи из таблицы MAC-адресов вручную</p> <p>Установка срока действия MAC-адресов</p> <p>Отключение распознавания MAC-адресов на определенном интерфейсе или группе агрегирования.</p> <p>Поддержка лимитирования распознавания MAC-адреса на интерфейсе.</p> <p>Поддержка MAC-адресов типа “черная дыра”.</p>
Функции VLAN	<p>Поддержка максимум 4К VLAN в соответствии с требованиями IEEE 802.1Q</p> <p>Поддержка VLAN на базе интерфейса</p> <p>Поддержка VLAN на базе MAC-адреса</p> <p>Поддержка простейшего QinQ</p> <p>Поддержка коммутации 1:1 VLAN</p> <p>Поддержка коммутации N:1 VLAN</p>

Окончание таблицы 2.3

QoS	<p>Поддержка лимитирования интерфейсов и потоков</p> <p>Поддержка 4 очередей с различным приоритетом на каждом интерфейсе</p> <p>Поддержка алгоритмов SP, WRR и SP+WRR</p> <p>Поддержка организации очередности пакетов на базе приоритета 802.1p</p> <p>Поддержка классификация трафика на базе MAC-адреса источника, MAC-адреса пункта назначения, IP-адреса источника, IP-адреса пункта назначения, интерфейса уровня 4, типа IP-протокола, VLAN, типа протокола Ethernet и CoS.</p> <p>Поддержка маркировки и перенаправления пакетов по потокам</p>
Функции IPv6	<p>Поддержка хостов IPv6</p> <p>Конфигурирование статических маршрутов</p> <p>Поддержка IPv6 ACL</p> <p>Поддержка слежения MLD.</p>
Зеркалирование интерфейсов	<p>Поддержка зеркалирования интерфейсов по схеме 1:1 или N:1</p> <p>Поддержка зеркалирования потока</p>
Размеры (ширина x глубина x высота)	442 x 420 x 43.6
Вес	< 3.99 кг (специальный модуль электропитания)
Энергопотребление	<p>Макс. энергопотребление в полной загрузке: 391.73Вт</p> <p>Мощность на выходе PoE 370Вт</p>

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.2.4 Шлюз контроля доступа

В качестве шлюза контроля доступа выбран шлюз компании HUAWEI TECHNOLOGIES - MA5200G, функционирующий как высокопроизводительный шлюз с большой емкостью мультисервисной базовой сети.

MA5200G расположен на уровне конвергенции или на уровне доступа сети, предназначен для управления пользователями и управления безопасностью. MA5200G обычно функционирует в качестве шлюза аутентификации, авторизации и учета (AAA) для IP-доступа. MA5200G также работает как шлюз обеспечения безопасности и предоставления услуг в сети городского масштаба (MAN). MA5200G – это узел управления услугами и контроля в мультисервисной базовой сети. Данное оборудование предоставляет широкополосный доступ и выделенные каналы для услуг VPN, а также поддерживает сети следующего поколения (NGN) и услуги динамического сервисного шлюза (DSG).

Пропускная способность объединительной панели MA5200G-2/4/8: 64/256/256 Гбит/с. Емкость коммутации системы соответственно: 16/256/256 Гбит/с. MA5200G-2/4/8 предоставляет 2/4/8 слота для линейных плат, и до 1 10GE, 4 GE, 32 FE, 16 ATM 155M, 4 ATM 622M, 4 POS 155M, 2 POS 622M, 1 POS 2.5G на плату, поддерживает 32,000/64,000/64,000 одновременных сеансов соответственно. В двух словах, оборудование серии MA5200G имеет большую емкость и интерфейсы высокой плотности, удовлетворяет требованиям по емкости и наращиванию при создании готовой к эксплуатации сети N-Play.

Каждая плата поддерживает скорость переадресации, по меньшей мере, 3 миллиона пакетов в секунду. Скорость переадресации всего MA5200G-2/4/8 может достигать 6/36/48 миллионов пакетов в секунду. MA5200G поддерживает большое количество протоколов маршрутизации, например статическая маршрутизация, RIPv1/v2, OSPF, BGP, IS-IS, PIM-SM, PIM-DM, PIM-SSM и IGMPv1/v2/v3, а также различные протоколы туннелирования,

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

такие как L2TP и MPLS VPN. Таблица маршрутизации может включать до 1 миллиона записей.

Оборудование MA5200G предоставляет совершенные функции обеспечения безопасности, например идентификация, предотвращение подмены адресов и защиты от внешних атак, посредством использования аутентификации, ACL и защиты ресурсов. Технология контроля привязки пакетов позволяет проверять заголовок каждого пакета в процессе аутентификации пользователей, с целью определения соответствует ли логический порт (физический порт + VLAN ID) +MAC+IP+PPPoE авторизованной сессии. Все пакеты, не соответствующие данному условию будут отброшены. Таким образом, система способна полностью предотвратить все виды попыток несанкционированного проникновения и гарантирует основную сетевую безопасность.

MA5200G может осуществлять управление, как пользователями, так и обслуживанием. Пользователи получают доступ к сети через Ethernet, xDSL, WLAN, WiMAX или PON.

2.2.5. Мультисервисный маршрутизатор

Мультисервисный Интернет-маршрутизатор Huawei AR3200 предоставляет широкий набор сервисов для организации удаленных подключений. Модульная архитектура маршрутизатора позволяет быстро подобрать оптимальную конфигурацию устройства, выбрав необходимый модуль с любым типом подключения, начиная от ISDN , синхронных /асинхронных серийных портов, dial-up/выделенных линий, E1, оптического/медного Ethernet , широкополосных подключений по телефонным линиям, и передачи голоса и данных. Эффективность цена/функциональность достигается за счет получения любого необходимого интерфейса заменой модуля, а не всего устройства.

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Маршрутизатор обеспечивает безопасный доступ к Internet, Intranet, и Extranet с помощью VPN подключения, защиты межсетевым экраном, а также поддержкой VLAN. Для организации удаленного доступа поддерживается широкий набор протоколов глобальных сетей, включая X.25, Frame Relay, SLIP, и PPP. Взаимозаменяемые интерфейсные карты WAN позволяют легко добавлять или изменять поддержку той или иной WAN технологий без необходимости менять маршрутизатор целиком.

Модульная архитектура позволяет комбинировать сервисы передачи данных/голоса и приспособить маршрутизатор под решение актуальных задач. Широкий набор интерфейсных карт и модулей включает Fast Ethernet, асинхронные серийные порты, синхронные/асинхронные порты, ISDN BRI и ISDN PRI. Программное обеспечение всех мультисервисных маршрутизаторов D-Link предоставляет набор средств для обеспечения безопасности, включая поддержку функций межсетевого экрана, таких как ACL, а также NAT, VPN L2TP, GRE, IPSec и аутентификацию. Другие функции безопасности реализованы на основе RADIUS, PAP, CHAP, TACAS+, и обратный звонок PPP.

2.2.6. Шлюз VoIP

Голосовой шлюз Venus 2808 позволяет обеспечить конвергенцию традиционной телефонии и сети Internet. Шлюзы Venus являются удобным и гибким решением при создании IP-телефонии для операторов связи при проектировании и расширении собственных сетей доступа. Шлюзы Venus полностью совместимы с оборудованием ведущих производителей softswitch такими как: Протей, Мера, Verso, Nuera, Cirpack, Sonus, Lucent, Alcatel, Huawei. Вся серия шлюзов Venus обладает возможностями перевода звонков, ожидания вызова, удержания и перенаправления вызова и т.д. Во все шлюзы Venus встроен маршрутизатор. В соответствии со стандартом E911 шлюз Venus 2808 имеет встроенный порт для подключения к ССОП. Удобство управления шлюзами достигается за счет возможности быстро и удобно объединять все

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

устройства Venus в единую сеть мониторинга благодаря системе управления Tainet UNMS, а также благодаря подключению к шлюзам через telnet и SNMP, обновлению ПО и конфигураций через TFTP сервер.

За последние несколько лет активных продаж на российском рынке VoIP шлюзы серии Venus показали исключительную надежность в различных условиях эксплуатации, а именно: защита от перегрева благодаря наличию встроенных вентиляторов охлаждения, отсутствие зависания самого шлюза, а также его отдельных портов благодаря отлаженному программному обеспечению.

VoIP шлюз Venus 2808 является уникальным предложением на рынке среди аналогичных многопортовых решений других производителей, благодаря очень низкой стоимости и надежной работе аппаратной платформы и программного обеспечения.

Отличное соотношение цена/качество делает VoIP шлюзы серии Venus 2808 идеальным решением для клиентов, желающих получить полную совместимость с существующим оборудованием, техническую поддержку на русском языке, надежную работу и небольшую стоимость. Venus 2808 может выступать в роли шлюза передачи голоса поверх IP (VoIP) или мультисервисного концентратора доступа и VoIP.

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

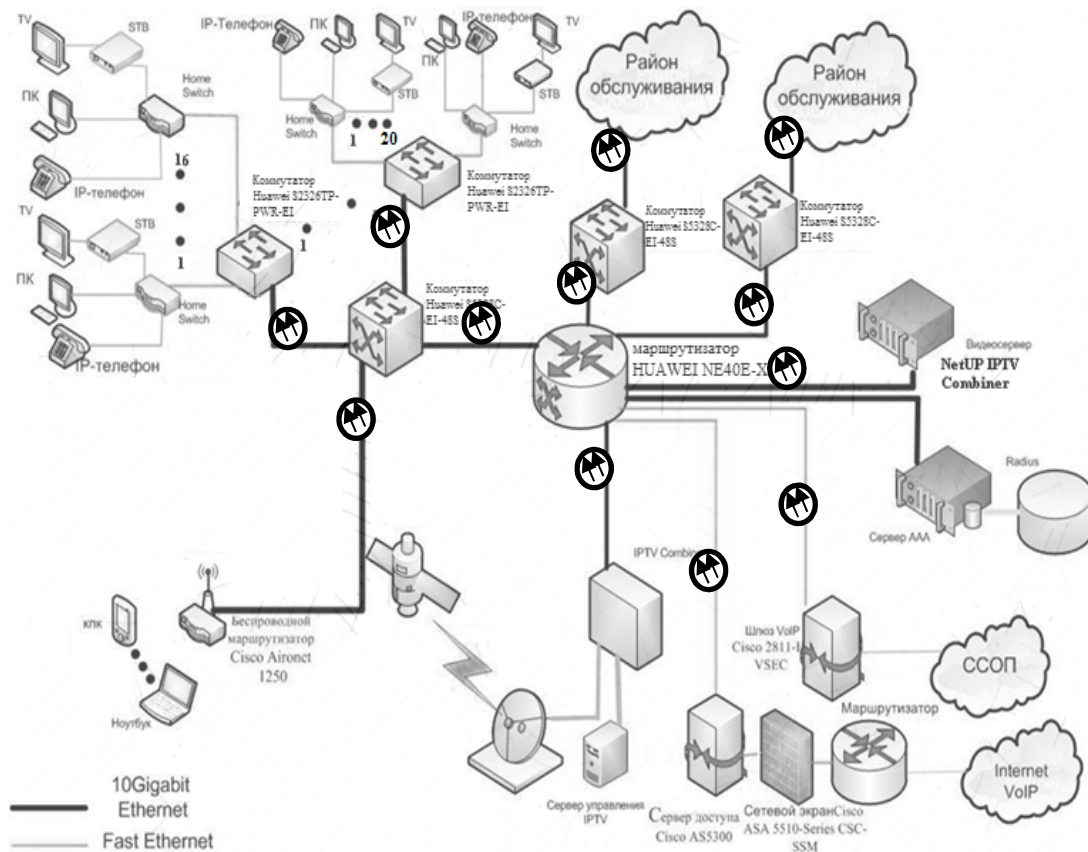


Рисунок 2.3 – Схема проектируемой сети

2.3 Решения для абонентского доступа в многоквартирном секторе

При использовании технологии FTTB в каждое здание подается отдельная оптическая магистраль пропускной способностью 1 Гбит/с. Оптическое волокно заводится в дом, и подключается к устройству ONU (Optical Network Unit). На стороне оператора связи устанавливается терминал оптической линии OLT (Optical Line Terminal). OLT определяет параметры обмена трафика (например, интервалы времени приема/передачи сигнала) с абонентскими устройствами ONU (см. рисунок 2.3).

Дальнейшее распределение сети по дому происходит по технологии Wi-Fi. Этот подход целесообразно применять в случае развертывания сети в многоквартирных домах и бизнес-центрах среднего класса.

Технология FTTB позволяет значительно расширить перечень предлагаемых услуг и обеспечить предоставление доступа к высокоскоростному Интернету и телефонной связи по одному проводу без установки модема: пользователю достаточно иметь в своём компьютере только сетевую карту для WiFi доступа.

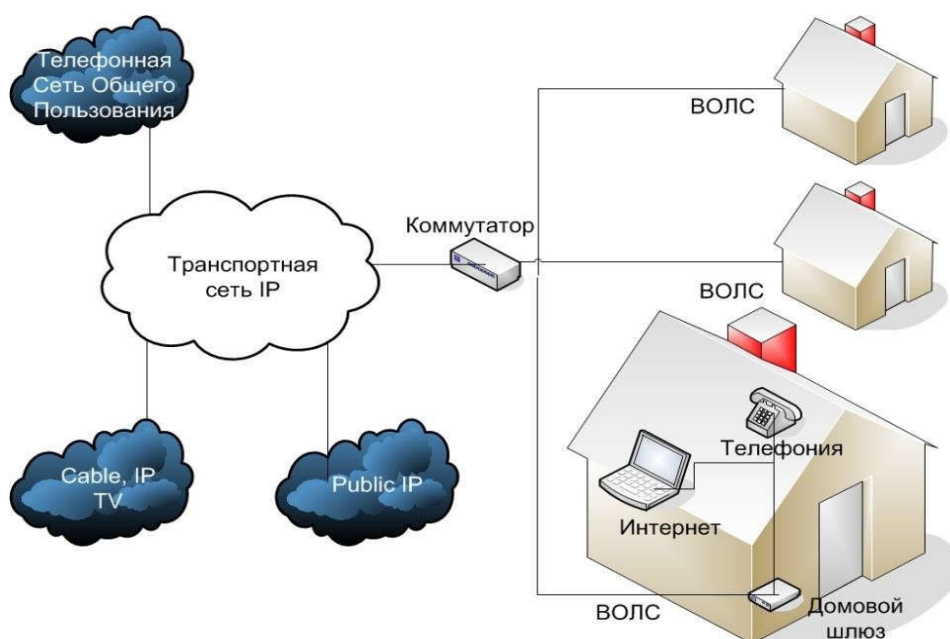


Рисунок 2.3 – Схема подключения многоквартирного дома

Для пользователей высокоскоростного доступа в сеть Интернет по технологии FTTB при условии одновременного пользования услугами Интернет и IP-TV необходим квартирный коммутатор. Без этого устройства можно будет обойтись только в том случае, если абонент заключит договор на подключение к нескольким портам подъездного коммутатора.

В качестве точек доступа для оконечного абонентского оборудования, абонентам будет предлагаться применяются точка доступа Linksys EA 6500

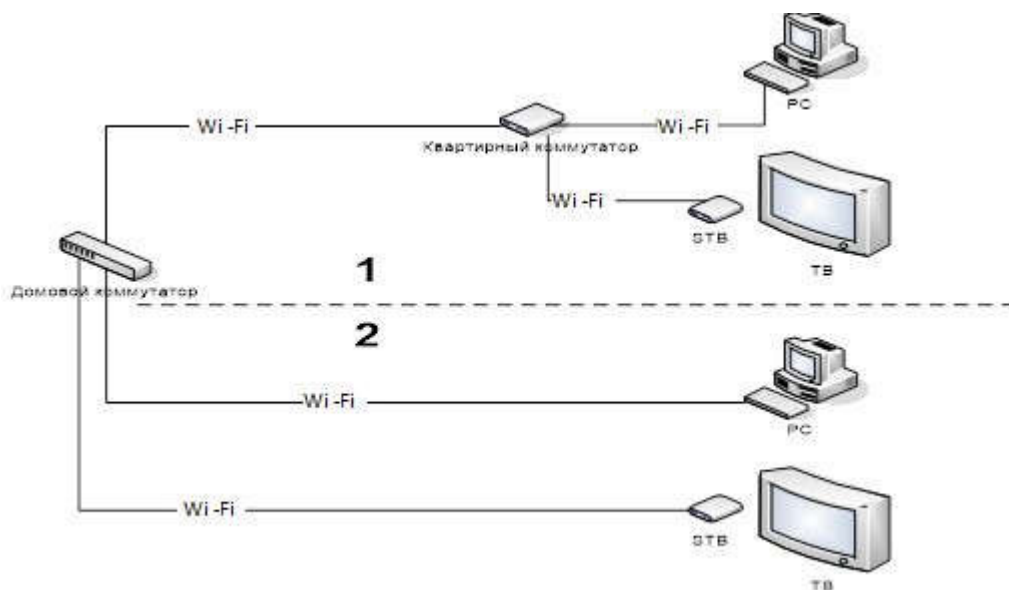


Рисунок 2.4 – Схема подключения абонентского оборудования по технологии FTTB в 13-том микрорайоне г. Железногорск

Характеристики точки доступа Wi-Fi 802.11ac с двумя радиоинтерфейсами, функциями моста, ретранслятора и контроллера беспроводной сети.

Характеристики точки доступа:

- два независимых радио интерфейса;
- скорость передачи данных до 1 Гбит/с на каждом из радио интерфейсов;
- совместимость с оборудованием стандартов 802.11a, 802.11g, 802.11ac;

зона покрытия: до 80 м внутри помещения и до 200 м вне помещения для; 802.11a, до 100 м внутри помещения и до 400 м вне помещения для

802.11g;

рабочие частоты 2,4 ГГц, 5 ГГц;

режим моста (точка-точка, точка-многоточка), ретранслятора;

режим беспроводного контроллера, режим подключения к

беспроводному контроллеру;

Quality of Service. Приоритизация беспроводного трафика (данные, видео, голос) ;

динамическое изменение скорости передачи данных;

роуминг для абонентов между точками доступа;

поиск незанятого радиоканала;

регулировка мощности передатчика;

клиент и сервер DHCP;

резервное копирование и восстановление файла конфигурации.

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

3 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ВОЛС

3.1 Выбор трассы ВОЛС

Так как в данной дипломной работе была выбрана технология FTTB, то оптический тракт, будет начинаться с районной АТС 31 и заканчиваться у каждого здания.

Наиболее приемлемый вариант прокладки кабеля связи по уже существующей сети телекоммуникационным колодцам, которая достаточно развита, и проходит вдоль улиц и домов. Общий план расположения трассы кабельной связи приведен на рисунке 3.1

Таблица 3. 1 - Прокладка трассы ВОЛС вдоль улиц:

Промежуточный участок	Длина кабеля
АТС 31	0
Гагарина - Курская	975м
Курская - Комарова	1700м
Комарова - Ленина	2780 м
Конец трассы	4500м

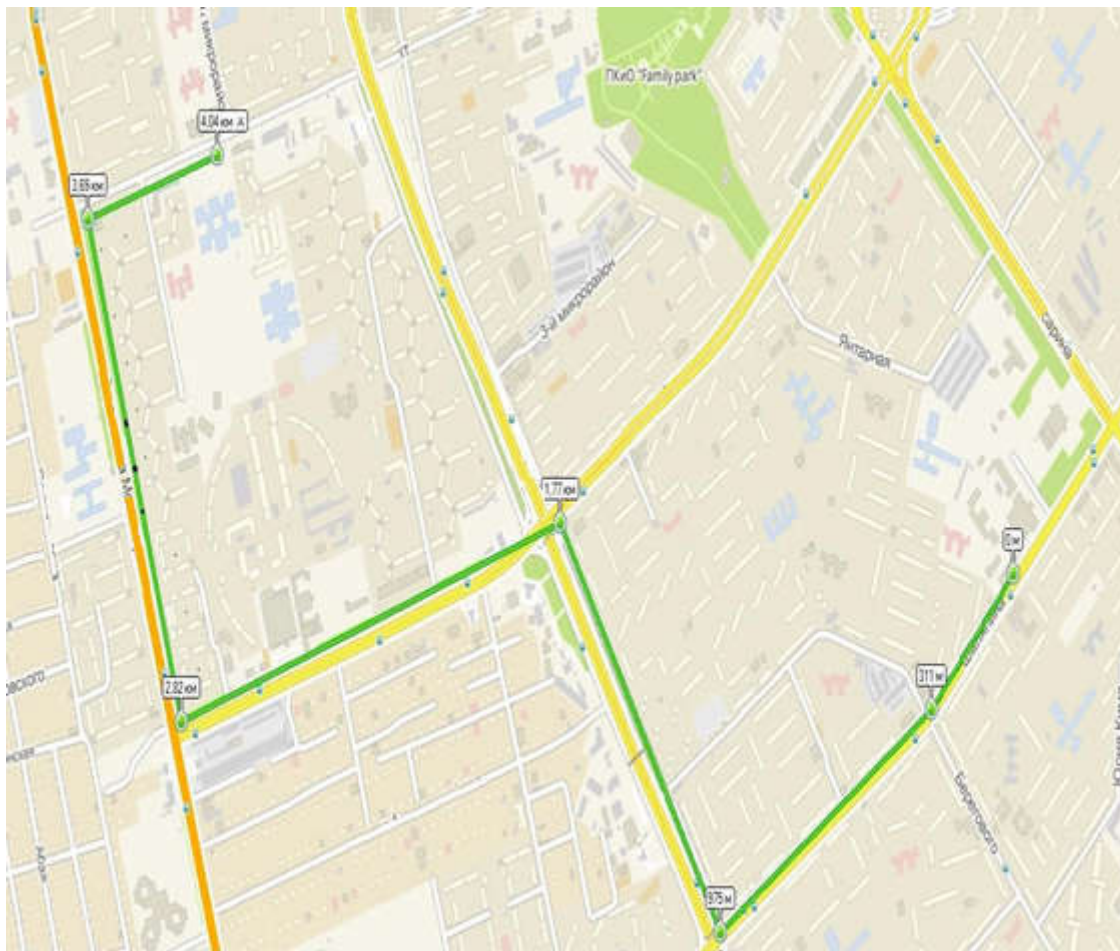


Рисунок 3.1- Общий план расположения трассы ВОЛС

3.2 Выбор кабеля

Исходя из условий, был выбран следующий кабель марки ОКСТМ-1001-0,22-24-(2,7). производства фирмы ЗАО "Белтелекабель" (Россия).

Пригодный для прокладки в кабельных шахтах. Характеристики кабеля

- 1...144 одномодовые стекловолокна;
- рабочая длина волны на 1310 нм и 1550 нм;
- центральная трубка с волокнами;
- наличие центрального силового элемента (стеклопластик);
- синтетическое волокно из арамидных нитей;
- внешняя оболочка из полиэтилена;

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

- пригоден для прокладки в шахтах;
- высокий температурный диапазон – от -60 до +70, С;
- масса 1 км кабеля – 133 кг.

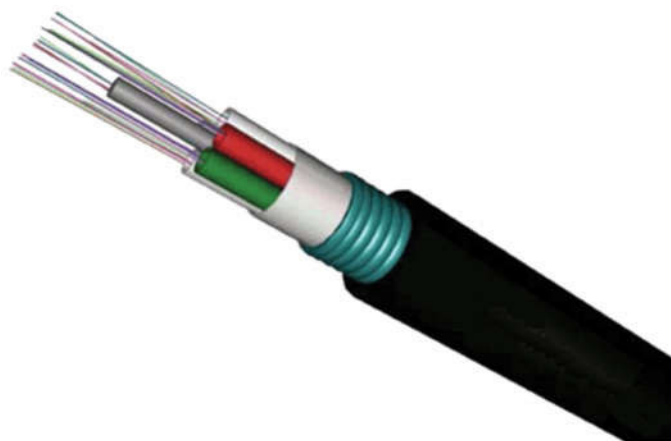


Рисунок 3.2 – Волоконно-оптический кабель ОКСТМ-10-01-0,22-24-(2,7).

3.3 Параметры для расчета ВОЛС.

Основные параметры для расчёта ВОЛС взяты из технической документации предоставленной производителем кабеля и представлены в таблице 2.

Таблица 3.2 – Параметры для расчета ВОЛС

Измеряемая величина		Значение
Фирменное обозначение		ОКСТМ-10-01-0,22-24-(2,7).
Тип волокна		NZDSF+
Соответствие стандарту ITU-T		G.652
Вид профиля показателя преломления		ступенька
Рабочие окна прозрачности, нм		1530-1625
Затухание, дБ/км	1550 нм	<0,22

Продолжение таблицы 3.2

Измеряемая величина		Значение
Диаметр поля моды, мкм	1550 нм	9,6±0,4
Удельная хроматическая дисперсия, пс/(нм·км)	1550 нм	2,0...6,0
Дисперсия поляризованной моды PMD , $\text{пс} / \sqrt{\text{км}}$		<0,2
Дисперсия PMD для протяженной линии, $\text{пс} / \sqrt{\text{км}}$		<0,08
ширина спектра излучения источника, нм.		2
Длина участка ВОЛС, км		4,5
Энергетический потенциал волоконно-оптической системы передачи, дБ		28
интенсивность отказов оконечного пункта 1/час		$5 \cdot 10^{-7}$
интенсивность отказов одного километра линейно-кабельных сооружений, 1/км		$5 \cdot 10^{-8}$
среднее время восстановления T_v , час		1
Коэффициент готовности системы		1

3.4 Определение пропускной способности, проектируемой ВОЛС

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

$$W = \frac{0,44}{\tau} \quad (3.1)$$

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

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

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:

$$\tau_{xp} = D(\lambda) \cdot \Delta\lambda \quad (3.2)$$

где $D(\lambda)$ - удельная хроматическая дисперсия, пс/(нм км); $\Delta\lambda$ - ширина спектра излучения источника, нм. Подставляя все необходимые значения в выражения, получаем

$$\begin{aligned} \tau_{xp} &= 2 \cdot 10^{-12} \cdot 2 = 4 \cdot 10^{-12} \text{ с/км} \\ W &= \frac{0,44}{4 \cdot 10^{-12}} = 1,1 \cdot 10^{11} \text{ Гц} \cdot \text{км} \end{aligned}$$

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

$$\Delta F = \frac{W}{L} = \frac{1,1 \cdot 10^{11}}{4,5} = 2,444 \cdot 10^7 \text{ Гц.}$$

Вывод: Пропускной способности ВОЛС достаточно что бы обеспечить потребности абонента

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

3.5 Расчет проектной длины регенерационного участка

Длина регенерационного участка определяется суммарным затуханием регенерационного участка и дисперсией оптического кабеля. Суммарное затухание состоит из потерь мощности непосредственно в оптическом волокне и из потерь в разъемных и неразъемных соединениях.

Суммарные потери регенерационного участка, дБ, можно рассчитать по формуле

$$a_{\Sigma} = n_{p.c} a_{p.c} + n_{н.с} a_{н.с} + a_t + a_b \quad (3.3)$$

где n – количество разъемных соединителей (6);

$a_{p.c}$ – потери в разъемных соединениях (0,25 дБ);

$n_{н.с}$ – количество неразъемных соединений (0);

$a_{н.с}$ – потери в неразъемных соединениях;

a_t – допуск на температурные изменения затухания ОВ (1 дБ);

a_b – допуск на изменение характеристик компонентов РУ со временем (5дБ);

$$a_{\Sigma} = 6 \cdot 0,25 + 189 \cdot 0,02 + 1 + 5 = 6,125 \text{ дБ.}$$

Длину регенерационного участка, км, с учетом потерь мощности можно определить по формуле:

$$l_{py} \leq \frac{\mathcal{E}_n - a_{\Sigma}}{\alpha} \quad (3.4)$$

где α – коэффициент затухания ОВ (0,22 дБ);

\mathcal{E}_n – энергетический потенциал волоконно-оптической системы передачи;

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$l_{py} \leq \frac{28 - 6.125}{0.22} = 109.37 \text{ км.}$$

Вывод: Исходя из расчетов длина регенерационного участка больше общей длины ВОЛС, усилительные пункты не нужны.

3.6 Расчет надежности линии ВОЛС

Надежность является одной из важнейших характеристик современных магистралей и сетей связи. Основными показателями надежности являются:

- интенсивность отказов X , часов;
- вероятность безотказной работы для заданного интервала времени $P(t_0)$;
- средняя наработка на отказ T_0 , час;
- среднее время восстановления T_v , час;
- коэффициент готовности K_r ;
- интенсивность восстановления M , 1/час.

Расчет показателей надежности магистрали проводится при следующих допущениях: отказы элементов магистрали являются внезапными, независимыми друг от друга, их интенсивность постоянна в течение всего периода эксплуатации.

Интенсивность отказов определяется по формуле

$$X_{\Sigma} = nX_1 + LX_2 \quad (3.5)$$

$$X_{\Sigma} = 5 \cdot 10^{-7} + 4.5 \cdot 5 \cdot 10^{-8} = 7,3 \cdot 10^{-7}$$

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где n – число оконечных пунктов;

L – длина линии, км;

X_1 – интенсивность отказов оконечного пункта, 1/час;

X_2 – интенсивность отказов одного километра линейно-кабельных сооружений, 1/км.

Средняя наработка на отказ определяется выражением

$$T_0 = \frac{1}{X_{\Sigma}} \quad (3.6)$$

$$T_0 = \frac{1}{7,3 \cdot 10^{-7}} = 1,37 \cdot 10^{-6}$$

Коэффициент готовности системы=1

$$K_{\Gamma} = \frac{T_0}{T_0 + T_{\text{в}}} \quad (3.7)$$

$$K_{\Gamma} = \frac{1,37 \cdot 10^{-6}}{1,37 \cdot 10^{-6} + 1} = 1$$

Коэффициент простоя системы будет составлять

$$K_{\Pi} = 1 - K_{\Gamma} \quad (3.8)$$

$$K_{\Pi} = 1 - 1 = 0$$

Интенсивность восстановления определяется выражением

$$M = \frac{1}{T_{\text{в}}} T_{\text{в}} \quad (3.10)$$

$$M = \frac{1}{1} = 1$$

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Вероятность безотказной работы определяется за различные интервалы времени по формуле

$$P(t_0) = e^{(-\lambda \Sigma t_0)} \quad (3.11)$$

$$P(t_0) = e^{(-3,87 \cdot 10^{-3} \cdot t_0)}$$

Таблица 3.3– Вероятность без отказной работы ВОЛС

Вероятность без отказной работы	Интервал времени t_0 , ч				
	0	1	720	8640	86400
$P(t_0)$	1	1	0,999	0,994	0.939

Вывод: Исходя из расчетов вероятность отказа ВОЛС крайне мала и почти равна 1

4 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ БЕСПРОВОДНОГО ДОСТУПА

4.1 Энергетический расчет радиолинии связи Wi-Fi (точки радиодоступа)

Исходные данные взяты из описания приемо-передатчика.

Исходные данные.

- Чувствительность приемника $U_{вх}$ - 87 дБ
- Мощность излучения 14 дБмВт
- Коэффициент усиления антенны 2 дБ
- Потери в антенно-фидерном тракте $L_{ф}$ 0,5 дБ
- Входное сопротивление $R_{вх}$ 50 Ом
- Коэффициент усиления антенны $G_{пр}$ 1,58
- скорость света в вакууме c $3 \cdot 10^8$
- частота f $2,45 \cdot 10^9$

Мощность принимаемого сигнала определяем по формуле

$$P_{\text{вх}} [\text{дБ}] = U_{\text{вх}}^2 (B) \frac{1}{R_{\text{вх}} (\text{Ом})}. \quad (4.1)$$

Принимаем $U_{\text{вх}}$ равным чувствительности приемника $U_{\text{вх}} = -87$ дБм

$$U_{\text{вх}} = 10^{-87/20} = 0,044 \text{ В}. \quad (4.2)$$

$R_{\text{вх}} = 50$ Ом – типовое значение.

$$P_{\text{вх}} = \frac{45^2 \cdot 10^{-6}}{50} = 40,5 \cdot 10^{-6} \text{ (} -43,9 \text{ дБмВт)}$$

Уровень мощности полезного сигнала на выходе приемной системы

$$P_{\text{а}} = P_{\text{вх}} \cdot L_{\text{ф}} = 40,5 \cdot 10^{-6} \text{ Вт (} -43,43 \text{ дБмВт)}$$

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Расчет длины волны

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{2,45 \cdot 10^9} = 0,122 \text{ м.} \quad (4.2)$$

Эффективная площадь раскрыва приемной антенны

$$S_{эф} = \frac{G_{np} \cdot \lambda^2}{4\pi}, \quad (4.3)$$

$$S_{эф} = \frac{1,58 \cdot 0,122^2}{4 \cdot 3,14} = 0,0018 \text{ м}^2.$$

Действующее значение напряженности поля в точке приема

$$E = \frac{P_a \cdot 480 \cdot \pi^2}{G_{np} \cdot \lambda^2} = \sqrt{\frac{45,36 \cdot 10^{-6} \cdot 480 \cdot 3,14^2}{1,58 \cdot 0,122^2}} = 3,021 \text{ В/м.} \quad (4.4)$$

Действующее значение напряженности поля в точке приема

$$h_0 = \frac{\lambda}{2\pi} \sqrt{\frac{G_{np}}{120 \cdot L_{cp}} R_{\text{от}}} = \frac{0,122}{6,28} \sqrt{\frac{1,58 \cdot 50}{120 \cdot 1,12}} = 0,0148. \quad (4.5)$$

Вывод: Полученные значения соответствуют выбранной точке доступа

4.2 Оценка допустимой скорости передачи в канале сети Wi-Fi для «близких» и «далеких» пользователей точек доступа

Скорость передачи в канале для «близких» точек доступа В центре зоны доступа БС (Мбит/с) определяется выражением

$$Rl(u) = \frac{4}{7} W \log_2(1 + \eta l(u)); \quad (4.6)$$

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

для «далеких» (на границе зоны) точки доступа

$$R2(u) = \frac{3}{7} W \log_2(1 + \eta2(u)), \quad (4.7)$$

Необходимо рассчитать скорость передачи в канале для точек доступа, расположенных в центре и на границе зоны для DL, если известны полоса системы W , МГц, $\eta1(u)$ – SINR для центра соты, $\eta2(u)$ – SINR для границы соты.

Исходные данные:

- W – полоса системы $W = 100$ МГц,
- $\eta1(u)$ SINR для центра соты $\eta1(u) = 6$,
- $\eta2(u)$ – SINR для границы соты $\eta2(u) = 0,34$.

Скорость передачи для пользователей в центре зоны

$$R1(u) = \frac{4}{7} 100 \log_2(1 + 6) = \frac{4}{7} \cdot 100 \cdot 2,8 = 159 \text{ Мбит/с},$$

Скорость передачи для пользователей на границе зоны

$$R2(u) = \frac{3}{7} 10 \log_2(1 + 0,34) = 17 \text{ Мбит/с}.$$

Вывод: Таким образом, скорость передачи в центре зоны доступа соответствует техническим характеристикам ЕА 6500, на границе зоны покрытия БС вместе со скоростью передачи уменьшается и чувствительность приемника.

4.3 Расчет емкости сети

Сеть беспроводной связи строят, повторяя одни и те же частотные кластеры в пределах однородных фрагментов зоны обслуживания сети. Это позволяет снизить дефицит радиочастот за счет их повторного использования. Исходя

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

из числа рабочих частот, выделенных оператору– nf и размерности кластера – C , находим число каналов, используемых для управления и сигнализации– N_y и число трафика каналов, приходящихся на одну несущую.

Исходные данные для расчета пространственных параметров сети с точки зрения абонентской емкости:

- число каналов трафика на зону $N_{a\ net};$
- вероятностью блокировки вызова $P_{\text{бл}}$
- активность одной точки доступа $A_a = 0,03 - 0,04$ Эрл;
- число точек доступа $M_s;$
- число секторов на БС – D $D;$
- площадь зоны обслуживания $S_{\text{зон.}}$
- коэффициент, учитывающий необходимость взаимного перекрытия сот для обеспечения хэндовера $k1.25$
- число секторов сети D 1
- площадь квартиры S $0,085$ км².

Максимально возможное число абонентов, которое может обслужить сектор БС $N_{a\ sec}$

$$N_{a\ sect} = \frac{A_s}{A_a} \cdot \quad (4.8)$$

Число секторов в сети

$$N_{sect} = \frac{N_{a\ net}}{N_{a\ sect}} \cdot \quad (4.9)$$

Число БС в сети

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$N_{BC\ net} = \frac{N_{sect}}{D}, \quad (4.10)$$

Площадь БС

$$S_{BC} = \frac{S_{net}}{N_{BC}}. \quad (4.11)$$

Дальность связи (радиус соты с точки зрения абонентской нагрузки):

$$R = k \sqrt{\frac{S_{BC}}{\pi}}, \quad (4.12)$$

где $k = 1.25$ – коэффициент, учитывающий необходимость взаимного перекрытия сот для обеспечения хэндовера.

Для среднего и малого города с высотой антенны BS 30м, высотой антенны точки доступа 1,5м и несущей частотой 2400 МГц допустимые потери на трассе с помощью модели COST231–Hata:

$$L_p = 137,4 + 35,2 \lg(R). \quad (4.13)$$

Абонентскую емкость для полосы 100 МГц. Примем в расчет то, что для организации речевого канала со скоростью 39.7 кбит/с необходим 1 ресурсный блок, в частотной области занимающий 180 кГц. Следовательно, можем организовать 25 каналов ($N_{a\ sect}$).

Для систем беспроводной связи вероятность блокировки равна 1%, расчетная абонентская нагрузка составляет $A_a = 0,645$ Эрл на абонента. По таблице Эрланга для системы с отказами получаем по исходным данным нагрузку, которую может выдержать сайт $A_s = 16,125$ Эрл. (см. приложение

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

таблицы Эрланга). Количество точек доступа, которым будет предоставлен доступ в интернет.

$$N_a = \frac{A_s}{A_a} = \frac{16,125}{0,645} = 25.$$

Число секторов в сети

$$N_{sect} = \frac{N_{a \text{ net}}}{N_{a \text{ sect}}} = \frac{25}{25} = 1.$$

Число БС в сети

$$N_{BC \text{ net}} = \frac{N_{sect}}{D} = \frac{1}{1} = 1,$$

Площадь зоны БС

$$S_{BC} = \frac{S_{net}}{N_{BC}} = \frac{0,085}{1} = 0,085 \text{ км}^2.$$

Дальность связи

$$R = k \sqrt{\frac{S_{BC}}{\pi}} = 1,5 \sqrt{\frac{0,085}{3,14}} = 0,09 \text{ км},$$

Вывод: Данный расчёт показывает, что точка доступа пригодна для использования в квартире.

4.4 Расчет чувствительности приемника точки доступа

Минимально допустимый уровень сигнала на входе приемника определяется как:

$$P_{np} = P_{u+} (Eb/N_0)_{треб} - G_{обр} \quad (4.14)$$

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Основные параметры, используемые в расчете:

E_b/N_0 – отношение средней энергии бита к спектральной плотности шума. Требуемое отношение E_b/N_0 зависит от типа сервиса, скорости передвижения абонента и радиоканала.

Минимально допустимый уровень сигнала на входе приемника зависит от требуемого отношения E_b/N_0 , скорости передачи данных пользователя, качества аналоговых компонентов приемника, уровня помех. Помехи могут создавать разные источники: абоненты из обслуживаемой соты, абоненты, обслуживаемые другими сотами, а также другие источники, создающие действующие в диапазоне используемого частотного канала.

Мощность собственных шумов приемника

$$P_{ш} = N + K_{ш}, \quad (4.14)$$

Мощность теплового шума в приемнике

$$N = k T B, \quad (4.15)$$

- постоянная Больцмана k	1.38 10^{-23} Дж/К
- Температура проводника. $T^{\circ}\text{C}$	40 $^{\circ}\text{C}$
- Полоса согласованного фильтра	3.84 МГц.
- Коэффициент шума приемника для линии DL $K_{ш}$	7 дБ,
- Коэффициент шума приемника для линии UL $K_{ш}$	2,5 дБ
- Полоса согласованного фильтра приемника B	40 МГц
- Отношение средней энергии бита к спектральной плотности шума DL $(E_b/N_0)_{треб}$	10 дБ
- Отношение средней энергии бита к спектральной плотности шума UL $(E_b/N_0)_{треб}$	12 дБ -
Скорость абонента	3 км/ч

Расчёт для линии - UL

Мощность теплового шума в приемнике

$$N = k T B = 1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 313 \cdot 40 \cdot 10^6 = 1,72 \cdot 10^{-13} \text{ Вт},$$

$$N = 10 \log(1.72 \cdot 10^{-13} / 0.001) = -97,6 \text{ дБмВт}.$$

Мощность собственных шумов приемника

$$P_{ш} = N + K_{ш} = -97,6 + 7 = -90,6 \text{ дБ}.$$

Чувствительность приемника

$$P_{пр} = -90,6 + 12 - 2,4 = -81 \text{ дБ}.$$

Расчёт для линии - DL

Мощность теплового шума в приемнике

$$N = k T B = 1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 313 \cdot 40 \cdot 10^6 = 1,72 \cdot 10^{-13} \text{ Вт},$$

$$N = 10 \log(1.72 \cdot 10^{-13} / 0.001) = -97,6 \text{ дБмВт}.$$

Мощность собственных шумов приемника

$$P_{ш} = N + K_{ш} = -97,6 + 6 = -91,6 \text{ дБ}.$$

Чувствительность приемника

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

$$P_{np} = -91,6 + 10 - 3,5 = -85,1 \text{ дБ},$$

Вывод: Полученные значения соответствует техническим характеристикам точки доступа.

4.5 Расчет максимально допустимых потерь сети

Максимально допустимые потери

$$L_{MARL} = P_{EIRP} - S_{Rx} + G_{RxA} - L_{RxF} - M_{Build} - M_{Int} - M_{Shade} + G_{HO}, \quad (4.16)$$

- ЭИИМ передатчика P_{EIRP} 20 дБ;
- чувствительность приемника, S_{Rx} -97,6 дБ;
- коэффициент усиления антенны, G_{RxA} 12 дБ;
- потери в фидерном тракте, L_{RxF} 0,3 дБ;
- запас на проникновение в помещение, M_{Build} 17 дБ;
- – запас на затенение, M_{Shade} 9 дБ;
- – выигрыш от обработки, G_{HO} 3 дБ.
- относительная нагрузка соты в восходящей или нисходящей линии η 0,8

Запас на допустимые внутрисистемные помехи.

При расчете используется величина запаса на внутрисистемные помехи, которая характеризует возрастание мощности шума на входе приемника. Для расчета, принимают что запас на внутрисистемные помехи равен:

$$M_{Int} = -10 \log_{10} (1-\eta), \quad (4.17)$$

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где η – относительная нагрузка соты в восходящей или нисходящей линии.

Как видно, запас на внутрисистемные помехи это функция от загрузки соты, чем больше разрешенная нагрузка в соте, тем большую величину запаса необходимо учесть в расчете. При росте нагрузки до 100% запас на помехи стремится к бесконечности, и зона обслуживания соты уменьшается до нуля.

Зависимость значения данной величины от загрузки соты представлена на рисунке 4.1. Ограничение управления мощностью или запас на быстрые замирания.

Алгоритм быстрого управления мощностью введен для того, чтобы поддерживать требуемое значение E_b/N_0 на входе приемника постоянным во время быстрых замираний, обусловленных многолучевостью. глубина замираний может достигать до 30 дБ. Быстрое управление мощностью особенно важно для абонентов имеющих малую скорость передвижения, так как они не могут быстро изменить свое положение для компенсации глубоких замираний. На границе соты, мощность передатчика мобильной станции максимальная, таким образом, не остается запаса на управление мощностью для компенсации быстрых замираний.

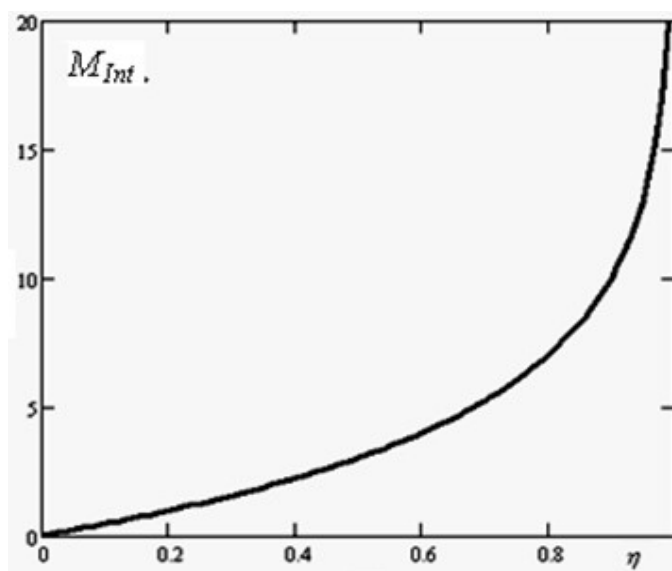


Рисунок 4.1 - Зависимость значения запаса на внутрисистемные помехи от значения относительной загрузки зоны

									Лист
									55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	11070006.11.03.02.226.ПЗВКР				

Для того, чтобы учесть этот процесс в расчете зададимся величиной запаса на быстрые замирания. Величина запаса на быстрые замирания зависит от скорости абонента. Типичные значения величины запаса при скорости абонента 3 км/ч составляют 3 -5 дБ.

Запас на помехи M_{Int} , дБ

$$M_{Int} = -10 \log_{10}(1-\eta) = -10 \lg(1 - \eta) = -10 \lg 0,2 = 6,9 \text{ дБ.}$$

Максимально допустимые потери

$$L_{MARL} = 20 + (-81) + 12 - 0,3 - 9 - 17 - 9 + 2,9 = -85,1 \text{ дБ.}$$

Вывод: Исходя из расчетов максимально допустимые потери равняются чувствительности приемника.

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ПРИНЯТЫХ РЕШЕНИЙ

ОБОСНОВАНИЕ

5.1 Описание проекта

Поставщики услуг испытывают огромную потребность в сохранении имеющихся пользователей, привлечении новых пользователей и увеличении среднего дохода от одного абонента.

Пользователям предлагается большой выбор вариантов для удовлетворения потребностей в коммуникациях, развлечениях и информацией, в связи с чем их лояльность одной компании или услуге значительно ослабевает. В попытке найти новые источники доходов и привлечь к себе пользователей поставщики традиционных телекоммуникационных услуг применяют новые нормы и технологии, позволяющие успешно конкурировать непосредственно с поставщиками услуг кабельного телевидения. В результате они приступают к реализации планов предоставления полного набора услуг "три в одном" (ID Home) по широкополосным сетям следующего поколения.

Описываемая бизнес-модель предназначена для расчета расходов и доходов при внедрении услуг. Основным мотивом для внедрения услуг является желание поставщика услуг предоставить широкий набор услуг и, как следствие, получить новый источник доходов. Кроме того, внедрение услуг позволяет снизить затраты на техобслуживание благодаря единой платформе для передачи голоса, данных и видео. Широкий выбор услуг повышает удовлетворенность пользователей, а, следовательно, конкурентоспособность поставщика услуг, что в конечном итоге значительно снижает уход пользователей к конкурентам и увеличивает рыночную долю поставщика. Бизнес-модель можно рассматривать лишь в качестве примера ввода услуг. При прогнозировании будущего развития нельзя исключить некоторую неопределенность.

										Лист
										57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>					

5.2 Капитальные вложения

Капитальные вложения представляют собой смету затрат на реализацию проекта и включают в себя все необходимое коммуникационное оборудование (коммутаторы, маршрутизаторы, модемы, абонентские платы), линию связи (кабель, либо стоимость аренды виртуального канала, стоимость аренды частотного ресурса), стоимость лицензионного программного обеспечения и т.д.

Общие капитальные вложения на приобретение оборудования могут быть вычислены по формуле:

$$K_{об} = \sum_{i=1}^N K_i \text{ ,руб} \quad (5.1)$$

Общие затраты на прокладку кабеля составят:

$$K_{каб} = L * Y \quad (5.2)$$

где L – длина трассы прокладки кабеля; Y – стоимость 1 м. прокладки кабеля.

$$K_{каб} = L * Y = 19500 * 125 = 2437500 \quad K_{каб} = L * Y = 19500 * 125 = 2437500$$

Таким образом, общие капитальные вложения рассчитываются как:

$$KB = K_{об} + (K_{пр} + K_{тр} + K_{смп} + K_{м/у} + K_{зсп} + K_{нпр})K_{об} + K_{каб} \text{ ,руб} \quad (5.3)$$

$$KB = 4589530 + 4589530 * (0.04 + 0.2 + 0.03 + 0.012 + 0.005) + 2437500 = 8344225 \text{ руб.}$$

$$KB = 4589530 + 4589530 * (0.04 + 0.2 + 0.03 + 0.012 + 0.005) + 2437500 = 8344225 \text{ руб.}$$

Смета затрат на приобретение оборудования приведена в таблице 5.1.

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 5.1 Смета затрат на приобретение оборудования

Наименование	Кол-во единиц	Стоимость (руб)	
		за единицу	всего
Маршрутизатор HUAWEI NE40E-X3	1	1 050 000	1 050 000
Коммутатор Huawei S5328C- EI-48S	5	32 456	162 280
Коммутатор Huawei S2326TP- PWR-EI	110	18 560	2 041 600
MSAN Huawei MA5200G	1	83 700	83 700
Firewall ZyXEL ZyWALL USG-2000	1	186 100	186 100
Мультисервисный Интернет- маршрутизатор Huawei AR3200	1	27 100	27 100
Голосовой шлюз Venus 2808	1	19 150	19 150
Кабель ОКСТМ-1001-0,22-24- (2,7), м	19 500	43	838 500
Кабель UTP4 C5E-SOLID-GX, м	1 600	7	11 200
Антивандалные ящики	71	1 100	78 100
Муфта МТОК 96Т1	34	2 700	91 800
Итого:			4 589 530

5.3 Калькуляция эксплуатационных расходов

Для расчета годового фонда заработной платы необходимо определить численность штата производственного персонала.

Оборудование, используемое на проектируемой сети связи, не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала на всех узлах сети.

Рекомендуемый состав персонала по обслуживанию станционного оборудования приведен в таблице 5.2.

Таблица 5.2 Состав персонала по обслуживанию оборудования

Наименование должности	Оклад	Количество, чел.	Сумма з/п, руб.
Ведущий инженер	45 000	1	45 000
Инженер 1 кат.	35 000	2	70 000
Инженер-программист.	25 000	1	25 000
Монтажник	30 000	2	60 000
Электромеханик	20 000	1	20 000
Итого:		7	220 000

Годовой фонд оплаты труда составит:

$$ФОТ = СЗП * (12 + 1.04 + 1.25) \quad (5.4)$$

где СЗП – сумма заработной платы;

12 – количество месяцев в году;

1,04 – коэффициент, учитывающий доплату за работу с вредными условиями труда;

1,25 – размер премии (25 %);

$$ФОТ = 220000 * (12 + 1.04 + 1.25) = 3143800, \text{ руб}$$

5.4 Страховые взносы

Страховые взносы составляют 30 % от ФОТ. Рассчитывают по формуле:

$$CB = \text{ФОТ} * 0,3, \text{ руб} \quad (5.5)$$

$$CB = 3143800 * 0,3 = 943140, \text{ руб} \quad CB = 3143800 * 0,3 = 943140, \text{ руб}$$

5.5 Амортизационные отчисления

Под амортизацией понимается процесс постепенного возмещения стоимости основных фондов, в целях накопления средств для реконструкции и приобретения основных средств. Самым распространенным способом оценки амортизации является учет амортизации, составленный исходя из общего срока службы основных фондов.

Амортизационные отчисления рассчитываются по формуле:

$$AO = T / F, \text{ руб} \quad (5.6)$$

где T – стоимость оборудования,

F – срок службы этого оборудования.

$$AO = 3569930 / 10 = 356993, \text{ руб} \quad AO = 3569930 / 10 = 356993, \text{ руб}$$

5.6 Материальные затраты

Величина материальных затрат включает в себя оплату электроэнергии для производственных нужд, затраты на материалы и запасные части и др. Эти составляющие материальных затрат определяются следующим образом: Затраты на оплату электроэнергии определяются в зависимости от мощности стационарного оборудования:

$$Z_{\text{эн}} = T * 24 * 365 * P \quad (5.7)$$

где T = 2,93 руб./кВт час – тариф на электроэнергию;

P = 9,8 кВт - мощность установок.

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Тогда, затраты на электроэнергию составят:

$$Z_{эн} = 2.93 * 24 * 365 * 9,8 = 251535 \text{ , руб.}$$

Затраты на материалы и запасные части составляют 3,5% от основных производственных фондов и определяются по формуле:

$$Z_{мз} = KB * 0,035 \quad (5.8)$$

где KB – капитальные вложения, затраты на оборудование.

В итоге материальные затраты составляют:

$$Z_{мз} = 8344225 * 0,035 = 292048 \text{ , руб.}$$

Таким образом, общие материальные затраты равны:

$$Z_{общ} = Z_{эн} + Z_{мз} \quad (5.9)$$

где $Z_{эн}$ – затраты на оплату электроэнергии;

$Z_{м}$ – материальные затраты.

$$Z_{общ} = 251535 + 292048 = 543583 \text{ , руб.}$$

5.7 Прочие расходы

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

$$Z_{пр} = ФОТ * 0,15 \quad (5.10)$$

$$Z_{эк} = ФОТ * 0,25$$

$$OKSTM-1001-0,22-24-(2,7) \quad (5.11)$$

где ФОТ – годовой фонд оплаты труда.

Подставив значения в формулы (10) и (11), получаем:

$$Z_{пр} = 3143800 * 0,15 = 471570 \text{ , руб.}$$

$$Z_{эк} = 3143800 * 0,25 = 785950 \text{ , руб.}$$

Таким образом, вычислим прочие расходы:

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$З_{эк} = 471570 + 785950 = 1257520, \text{ руб}$$

Таблица 5.3 Результаты расчета годовых эксплуатационных расходов

Наименование затрат	Сумма затрат, руб.	Удельный вес статей, %
ФОТ	3 143 800	50
Страховые взносы	943 140	15
Амортизационные отчисления	356 993	6
Материальные затраты	543 583	9
Прочие расходы	1 257 520	20
ИТОГО	6 245 036	100

5.8 Калькуляция доходов

Таблица 5.4 Количество подключаемых абонентов в определенный период времени (год)

Год	Абоненты - Физические лица	Абоненты - Юридические лица	Общее количество подключаемых абонентов
1	527	0	527 (20% от общего - 2635)
2	527	0	527 (25% от оставшихся 2108)
3	371	0	371 (23,5% от оставшихся 1581)
4	300	0	300 (25% от оставшихся 1200)
5	225	0	225 (25% от оставшихся 900)
6	135	0	135 (20% от оставшихся 675)
7	270	0	270 (50% от оставшихся 540)
8	270	0	270 (100% от оставшихся 270)

В таблице 5.5 приведены тарифы для юридических и физических лиц.

Таблица 5.5 Тарифы для абонентов

Наименование предоставляемых услуг	Стоимость, руб.
Абонентская плата за подключение:	
Юридические лица	1000
Физические лица	350
Доступ к сети Интернет	
Юридические лица	1500
Физические лица	500
IP- TV	
Юридические лица	1000
Физические лица	300
IP – телефония	
Юридические лица	350
Физические лица	150

В данном проекте предусматривается подключение 2635 новых абонентов.

Вычислим разовый доход за подключение абонентов:

$$D_{\text{год}} = 2635 * 350 = 922250 \text{ , руб.}$$

Рассчитаем годовой доход за предоставление абонентам доступа к различным услугам:

$$D_{\text{год}} = (500 * 2500 + 300 * 2600 + 150 * 2635) * 12 = 29103000$$

$$D_{\text{год}} = (500 * 2500 + 300 * 2600 + 150 * 2635) * 12 = 29103000$$

Таблица 5.6 Доходы от подключения абонентов и предоставления услуг по годам

Год	Количество абонентов		Доход, руб.		
	Физические лица	Юридические лица	От подключения	От абонентской платы	Суммарный за год
1	527	0	184450	500650	6192250
2	527	0	184450	500650	6192250
3	371	0	129850	352450	4359250
4	300	0	105000	285000	3525000
5	225	0	78750	198250	2457750
6	135	0	47250	98750	1232250
7	270	0	94500	233500	2896500
8	270	0	94500	246500	3052500

5.9 Определение оценочных показателей проекта

Для оценки срока окупаемости можно воспользоваться принципом расчета чистого денежного дохода (NPV).

Для расчета NPV для проекта имеем следующие показатели:

КВ = 8 344 225 руб.

Ежегодные затраты 6 245 036 руб.

Ставка дисконта 8 %.

Нулевым годом считается год реализации проекта.

Таблица 5.7 Оценка экономических показателей проекта с учетом дисконта

Год	P	PV	I	IC	NPV
0	0	0	14589261	14589261	-14589261
1	6192250	5733565	6245036	20371702	-14638137
2	12200050	16193142	6245036	25725814	-9532672
3	16374850	29192026	6245036	30683325	-1491299
4	19770000	43723566	6245036	35273613	8449953
5	22122750	58779939	6245036	39523880	19256059
6	23276250	73447928	6245036	43459313	29988615
7	26125500	88691908	6245036	47103232	41588676
8	29083500	104404820	6245036	50477231	53927589

Как видно из приведенных в таблице 5.7 рассчитанных значений, проект окупится на 4 году эксплуатации, так как в конце 4 года мы имеем положительный NPV.

Срок окупаемости (PP) – показатель, наиболее часто принимаемый в аналитике, под которым понимается период времени от момента начала реализации проекта до того момента эксплуатации объекта, в который доходы от эксплуатации становятся равными первоначальным инвестициям.

Точный срок окупаемости можно рассчитать по формуле:

$$PP = T + |NPV_{n-1}| / (|NPV_{n-1}| + NPV_n) \quad (5.12)$$

$$PP = 4 + 1491299 / (1491299 + 8449953) = 4,15 \text{ года.}$$

Исходя из расчетов, срок окупаемости, отсчитанный от начала операционной деятельности (конец нулевого года), составляет 4,15 года.

5.10 Индекс рентабельности

Индекс рентабельности рассчитывается по формуле:

$$PI = \frac{\sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n}}{\sum_{n=1}^m \frac{I_n}{(1+i)^{n-1}}} \quad (5.13)$$

$$PI = 58779939 / 39523880 = 1,48$$

5.11 Внутренняя норма доходности (IRR)

Внутренняя норма доходности рассчитывается по формуле:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1) \quad (5.14)$$

Мы имеем:

$i_1 = 8$, при котором $NPV_1 = 8449953$ руб.; $i_2 = 13$ при котором $NPV_2 = -2951857$ руб.

Следовательно, расчет внутренней нормы доходности будет иметь вид:

$$IRR = 8 + 8449953 / (8449953 + 2951857) * (13 - 8) = 11,7$$

$$IRR = 8 + 8449953 / (8449953 + 2951857) * (13 - 8) = 11,7$$

Рассчитанные технико-экономические показатели сведены в таблицу 5.8

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 5.8 Основные технико-экономические показатели проекта

Показатели	Численные значения
Количество абонентов, чел	2635
Капитальные затраты, руб	8344225
Ежегодные эксплуатационные расходы, руб, в том числе:	6245036
Фонд оплаты труда	3143800
Страховые взносы	943140
Амортизационные отчисления	356993
Прочие расходы	1257520
Доходы (NPV), руб	8449953
Внутренняя норма доходности (IRR).	11,7%
Индекс рентабельности (PI)	48%
Срок окупаемости, год	4 года 3 месяца

6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

6.1 Анализ условия труда

Краткая характеристика условий труда для операторов сети ФТТВ

Исследование сети доступа ФТТВ для новых групп пользователей. Исследуется оборудование сети в зале для операторов, для организации управления, зал находится в пятиэтажном здании на третьем этаже. Площадь помещения для обслуживающего персонала составляет 32 м² (длина=8 м, ширина=4 м). Объем помещения – 102,4 м³. В помещении находится одно рабочее место. У операторов круглосуточная, сменная работа, со сменой дежурства каждые 12 часов (четыре смены).

При длительной работе за экраном дисплея у операторов отмечается выраженное напряжение зрительного аппарата и появлением жалоб на неудовлетворенность работой, головные боли, раздражительность, нарушение сна, усталость и болевые ощущения в глазах, пояснице, в области шеи, руках.

Организацию рабочих мест осуществляем на основе современных эргономических требований. Конструкция рабочей мебели (столы и кресла) обеспечивают возможность индивидуальной регулировки соответственно росту работающего, и создавать удобную позу.

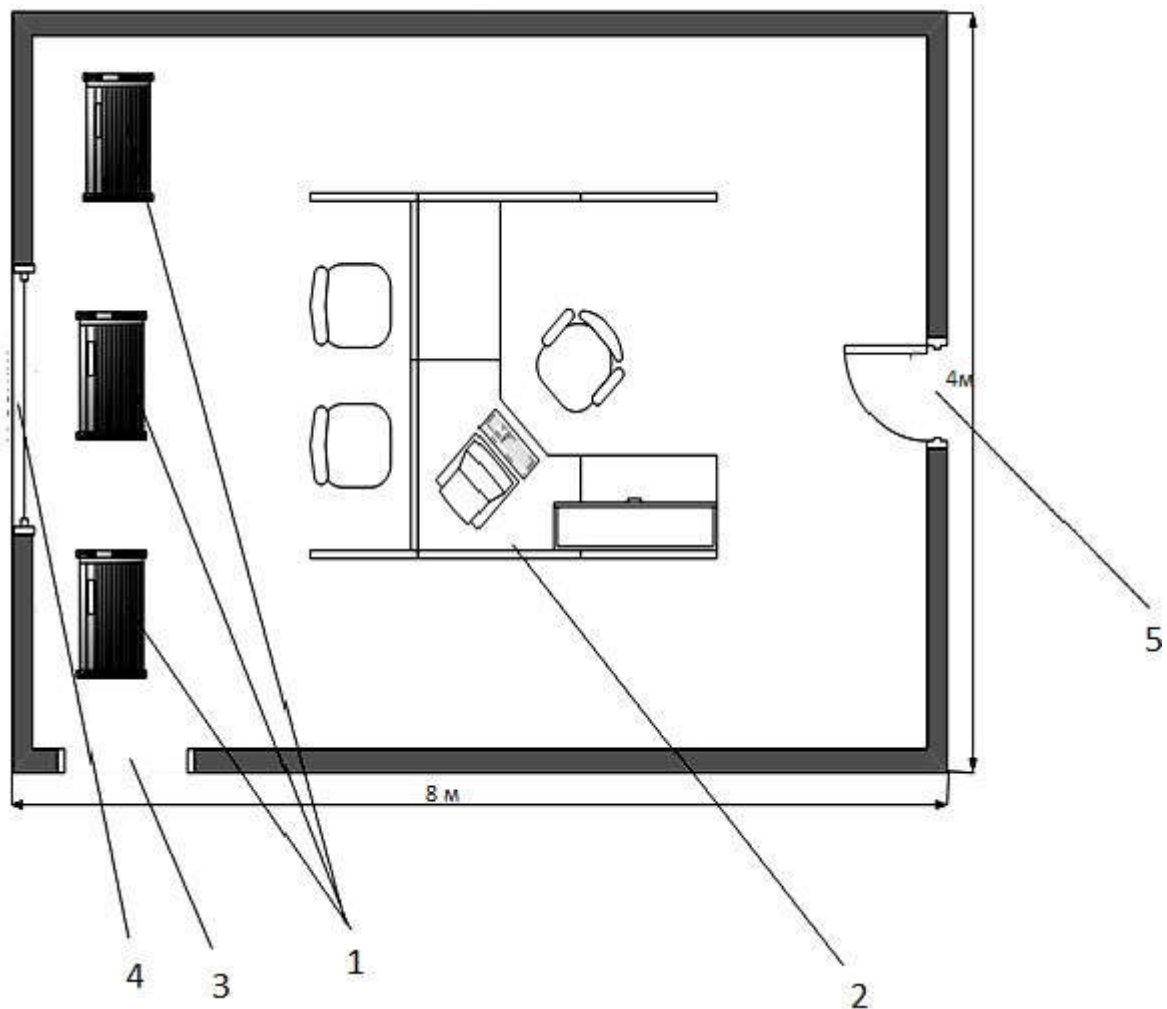
Часто используемые предметы труда и органы управления располагаться в оптимальной рабочей зоне.

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

Таблица 6.1 - Технические характеристики оборудования:

Наименование	Размер	Напряжение	Мощность	Частота
Шлюз коммутатора Cisco WS-C2960-48TC-S	высота: 0,45 см; ширина: 44,5 см; глубина: 29,9 см; вес: 4,8 кг	220 В	1 кВт	50 Гц

План помещения операторской с размещенным в нем оборудованием изображен на рисунке 6.1



1– шлюз коммутатора; 2– рабочие места; 3– кондиционер; 4– окно; 5– дверной проем

Рисунок 6.1 – План размещения оборудования в комнате для операторов:

Работа людей в помещении автозала относится к работе средней тяжести, т.к. управление оборудованием осуществляется дистанционно с помощью компьютеров.

Параметры микроклимата оказывают непосредственное влияние на тепловое самочувствие человека и его работоспособность.

В таблице 6.2 приведены оптимальные микроклиматические условия на предприятиях связи. Общие требования для физической работы средней тяжести. В операторском помещении установленное оборудование является источником выделения тепла.

Таблица 6.2 – Нормативы параметров микроклимата

Период работы	Категория работы	Температура, °С	Скорость движения воздуха не более, м/с
Холодный	II а	18–20	0,2
Теплый	II а	21–23	0,3

Параметры микроклимата операторской следующие: в холодные периоды года температура воздуха, скорость его движения и относительная влажность воздуха соответственно составляют: 22–25°C, 0,1 м/с, 60 %;

В теплые периоды года температура воздуха, его подвижность и относительная влажность соответственно составляют: 23–26°C; 0,1–0,2 м/с; 60–70%.

Поэтому предусматриваем кондиционирование помещения зала операторов сети ФТТВ, т.к. кондиционирование воздуха обеспечивает автоматическое поддержание параметров микроклимата в необходимых пределах (таблица 6.2) в течение всех сезонов года очистку воздуха от пыли и вредных веществ, создание небольшого избыточного давления в чистых помещениях для исключения поступления неочищенного воздуха. Температура воздуха, подаваемого в помещение операторов не ниже 19°C.

Контроль состояния микроклимата в зале операторов позволяет поддерживать условия труда, близкими к оптимальными, что увеличивает производительность и комфортность труда, снижает заболевание работающих.

Микроклимат производственных помещений - метеорологические условия внутренней среды этих помещений, которые определяются действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры поверхности ограждающих конструкций, технологического оборудования и теплового облучения. В производственное помещение зала операторов подаются следующие объемы наружного воздуха:

при кубатуре помещения 20 - 40м³ на одного работающего - не менее 20 м³/час на человека.

К устройству вентиляции в производственных помещениях прибегают вследствие несовершенства технологии производства и технологического оборудования: отсутствия или неэффективности укрытий оборудования, недостаточной эффективности тепловой изоляции, наличия неплотностей в коммуникациях, в результате чего в воздух производственных помещений поступают пыль, пары, газы, тепло. Таким образом, совершенствование технологии приводит к уменьшению выделения вредных веществ и изменению функции вентиляции. При отсутствии или незначительности вредных выделений на долю вентиляционных систем приходится лишь поддержание оптимального микроклимата в производственных помещениях, т.е. такого сочетания температуры, относительной влажности и подвижности воздуха, при котором обеспечиваются наилучшее самочувствие, наибольшая работоспособность человека.

На всех производствах имеются большие возможности для совершенствования технологического процесса с целью уменьшения выделения вредных веществ в окружающую среду. При проектировании предприятий и отдельных цехов предпочтение следует отдавать таким технологическим процессам и видам оборудования, при которых происходят наименьшие

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

выделения вредностей в окружающую среду. Все виды оборудования, в которых осуществляются процессы, связанные с образованием вредных веществ и выделением их в воздух помещения, должны быть укрыты и снабжены встроенными местными отсосами. В указанном оборудовании должно поддерживаться разложение, благодаря которому исключается или значительно уменьшается выделение вредных веществ в окружающую среду.

Во многих производствах может быть применен замкнутый воздушный цикл - вентиляционно-технологическая схема, при которой воздух, содержащий вредности, не выбрасывается в окружающую среду после очистки, а вновь поступает в аппарат или другое оборудование. Большую роль может сыграть устройство в производственных помещениях, где имеются значительные выделения пыли от технологического оборудования, систем централизованной вакуумной пылеуборки. В таких помещениях неизбежны значительные отложения пыли на строительных конструкциях, технологическом оборудовании, строительных коммуникациях. Осевшая пыль является источником вторичного пылеобразования, кроме того, в помещениях, учитывая свойства пыли того или иного типа производства, при определенных условиях может создаться пожаро- и взрывоопасная ситуация. Регулярная уборка пыли с помощью вакуумной системы, проводимая как технологическое мероприятие, может предотвратить упомянутые неблагоприятные явления. На многих промышленных предприятиях значительная часть оборудования имеет высокую температуру поверхности и, следовательно, является источником выделения тепла. Для уменьшения тепловыделений необходимо изолировать указанные поверхности. Должна быть применена эффективная изоляция, при которой объем, и масса теплоизоляционного слоя невелики.

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6.2 Планирование рабочего места оператора

При конструировании рабочего места оператора создадим следующие условия: достаточное рабочее пространство для работающего человека, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения при эксплуатации и техническом обслуживании оборудования; достаточные физические, зрительные и слуховые связи между работающим человеком и оборудованием, а также между людьми в процессе выполнения общей трудовой задачи; оптимальное размещение рабочих мест в производственных помещениях, а также безопасные и достаточные проходы для работающих людей; необходимое естественное и искусственное освещение для выполнения трудовых задач, технического обслуживания; допустимый уровень акустического шума и вибрации, создаваемых оборудованием рабочего места или другими источниками шума и вибрации. На рабочем месте оператора используем: - средства отображения информации (дисплей); средства ввода информации (клавиатура, различные манипуляторы); - средства связи и передачи информации (телефонный аппарат, модем);

средства документирования и хранения информации (принтеры, дисковые накопители);

вспомогательное оборудование.

Рабочее место оператора организуем следующим образом. Дисплей оборудован поворотной площадкой, позволяющей перемещать его в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Дисплей разместим на столе так, чтобы расстояние наблюдения информации на экране было в пределах 450-500 мм. Экран дисплея расположим так, чтобы угол между нормалью к центру экрана и горизонтальной линией взгляда составлял 20 градусов. Клавиатуру расположим на столе или подставке так, чтобы высота клавиатуры по отношению к полу составляла 650-800 мм, наклон клавиатуры сделаем в пределах 5 - 10 градусов. При размещении компьютера на стандартном столе

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

используем кресло с регулируемой высотой сиденья (от 380 до 450-500 мм) и подставку для ног.

Деятельность оператора при приёме информации связана с восприятием информации о состоянии объекта управления и внешней среды, а его действия заключаются в обнаружении, выделении познании сигналов. При обработке данных, деятельность оператора направлена на анализ обобщение поступающей информации, сопоставление требуемого и текущего состояния системы. На этом этапе выполняются действия, связанные с запоминанием извлечением из памяти и декодированием информации. Таким образом, на этих двух этапах деятельность оператора связана с восприятием информационной модели. Экран дисплея, документы и клавиатура располагаются так чтобы перепад яркостей поверхностей зависящий от расположения относительно источника света не превышал 1:10 (оптимальное значение 1:3). При нормальных значениях яркостей на экране 50-100 кг/м² освещённость документа составляет 300-500 лк. Яркость фона, обеспечивающая наивысшую остроту зрения, составляет 104 кг/м². При различии сложных объектов яркость составляет 300 кг/м². Резкое падение остроты зрения имеет место при яркости менее 10 кг/м².

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

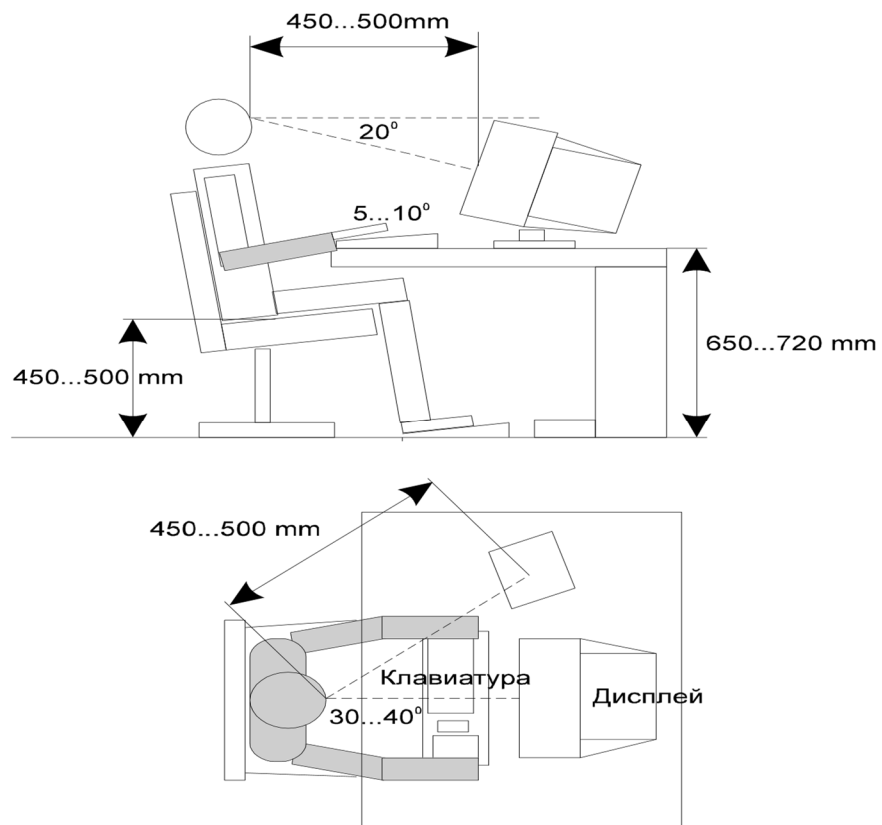


Рисунок 6.2 – Рабочее место оператора

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной ВКР была разработана сеть широкополосного абонентского доступа на основе технологии FTTB.

Рассмотрены предпосылки развития технологии FTТх, типы технологий, из которых на основе проведенного анализа выбрана, как преимущественная технология абонентского широкополосного доступа FTTB. Она предполагает проведение оптического кабеля до здания. В квартирах устанавливаются точки доступа, образуя зону доступа в интернет в радиусе 40 -70 метров с помощью WiFi роутеров. Таким образом, все пользователи жилого пространства могут иметь доступ интернет с мобильных и стационарных устройств (КПК, ноутбук, планшет, смартфон, ПК).

Предложен состав необходимого оборудования для данного проекта, рассмотрены протоколы, использующиеся в данной технологии доступа, рассмотрены решения для абонентского доступа в многоквартирном секторе. В расчетной части произведен расчет бюджета радиолиний, расчет восходящей и нисходящей линии связи, рассмотрены и рассчитаны модели распространения радиоволн диапазона 2,4 ГГц в помещении.

Экономический расчет подтвердил эффективность внедряемой услуги для широкополосного доступа в интернет, также рассмотрены вопросы по безопасности жизнедеятельности.

Таким образом, цели и задачи, поставленные в ходе выполнения работы над проектом, выполнены.

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. FTTH: где оптимальное место для "х"(Журнал "Сети и системы связи" №9, сентябрь 2008) 2 Бителева А.В. Перспективы технологии FTTH/FTTB в кабельных сетях. «Теле-Мульти-Медиа» журнал по широкополосным сетям и мультимедийным технологиям, июнь 2008
2. Спирин В.Н. Варианты реализации широкополосной сети по технологии "волоконно в дом". «Теле-Мульти-Медиа» журнал по широкополосным сетям и мультимедийным технологиям. июнь 2009
3. Константинов Е. Реалии широкополосного доступа, или о том, чем Россия пока не избалована//Вестник связи, 2009, № 6.
4. Чупраков К.И. Сеть вашему дому!//Вестник связи, 2006 №8. стр. 54 - 63
5. Гургенидзе А.Т., Кореш В.И. Мультисервисные сети и услуги широкополосного доступа – Наука и техника, 2009
6. Клочковская Л.П., Самоделкина С.В. Мобильные многоканальные технологии GSM и услуги компаний сотовой связи. Сборник задач, Алматы, АУЭС, 2011
7. Голубицкая Е.А., Жигульская Г.М. Экономика связи. – М.: Радио и связь, 2010
8. Гончарук В.Д., Канаев Н.Я. Экономика, организация и планирование предприятий связи. М., 2009
9. Баклашов Н.И., Китаева Н.Ж., Терехов Б.Д. Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды: Учебник. – М.: Радио и связь, 2008
10. Бобкова О.В. Охрана труда и техника безопасности при работах с ПК. Омега-Л; 2009
11. Верховский Е.И. Пожарная безопасность на предприятиях радиоэлектроники. – М.: Высшая школа, 2008

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

12. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках. – М.: Энергоатомиздат, 2001

13. Беляров Ю. А., Хлопков В. В. Охрана труда в организациях связи. Практические рекомендации, М., Книжный мир; 2004

					<i>11070006.11.03.02.226.ПЗВКР</i>	Лист
						79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		