

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

ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

Кафедра информационно-телекоммуникационных систем и технологий

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ В ЖИЛОМ КОМПЛЕКСЕ
«КРАСНОДАР СИТИ» Г. КРАСНОДАР**

Выпускная квалификационная работа студента

очной формы обучения

направления подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

4 курса группы 07001208

Воднева Бориса Радамесовича

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

Рецензент
Ведущий инженер электросвязи
Участка систем коммутации №1
г. Белгород
Уманец С.В.

БЕЛГОРОД 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4	4
1 АНАЛИЗ ОБЪЕКТА ЖК «КРАСНОДАР СИТИ».....	6	6
2 АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ПОСТРОЕНИЯ ШИРОКОПОЛОСНОЙ СЕТИ АБОНЕНТСКОГО ДОСТУПА	9	9
2.1 Технология xDSL	9	9
2.2 Технология FTTH	11	11
2.3 Технология PON	13	13
2.4 Технология Ethernet	17	17
2.5 Типовая схема реализации выбранной технологии	18	18
2.6 Трехуровневая иерархическая модель	20	20
3 РАСЧЕТ НАГРУЗОК И ОБЪЕМА ОБОРУДОВАНИЯ	22	22
3.1 Расчет нагрузок	22	22
3.2 Расчет трафика телефонии	22	22
3.3 Расчет трафика видеопотоков	24	24
3.4 Расчет трафика передачи данных	28	28
3.5 Расчет трафика предоставления услуг доступа сети Internet	31	31
3.6 Определение телетрафика МСС	33	33
4 ВЫБОР ТИПА ЛИНИИ СВЯЗИ.....	34	34
4.1 Линия связи на уровне ядра и уровне агрегации	34	34
4.2 Линия связи на уровне абонентского доступа	36	36
5 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ	38	38
5.1 Оборудование уровня ядра	38	38
5.2 Оборудование уровня агрегации	40	40

					1 1070006.11.03.02.097.ПЗВКР					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						
Разраб.	Воднев Б.Р.				Проектирование мультисервисной сети связи в жилом комплексе «Краснодар Сити» г. Краснодар		Лит.	Лист	Листов	
Провер.	Лихолоб П.Г.						2	73		
Рецензент	Уманец С.В.						<i>НИУ «БелГУ», гр. 07001208</i>			
Н. контр.	Лихолоб П.Г.									
Утв.	Жуляков Е.Г.									

5.3	Оборудование уровня доступа	42
5.4	Шлюз VoIP	44
5.5	Оборудование IPTV	45
5.6	Firewall	47
5.7	Оборудование для серверов.....	48
6	ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ СВЯЗИ	50
7	ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЯТЫХ РЕШЕНИЙ.....	52
7.1	Оценка капитальных вложений в проект	52
7.2	Калькуляция эксплуатационных расходов	55
7.3	Калькуляция доходов	59
7.4	Определение оценочных показателей проекта	61
7.5	Результаты технико-экономического анализа	65
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	67
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	68

ВВЕДЕНИЕ

Современными информационными технологиями пользуется каждый человек для общения, учебы, работы, развлечения. Современные устройства, благодаря развитию дают возможность передавать, хранить, перерабатывать информацию. Эти новшества позволили внедрить телекоммуникационные технологии в производство, без них невозможно представить современную экономику.

Данный проект актуален тем, что он реализовывает мультисервисную сеть, которая предоставляет услуги высокоскоростного доступа в Интернет, передачи речи, видео и подключения различных мультимедиа услуг при достаточной степени эффективности принятых проектных решений и подтверждении их экономическую обоснованности.

Целью данного проекта является предоставление услуг связи в жилом комплексе «Краснодар Сити» г. Краснодар, при умеренных эксплуатационных затратах и получении доходов за счет предоставления современных инфокоммуникационных услуг.

Проектируемая сеть является мультисервисной, она должна предоставлять следующие услуги:

- Интерактивное цифровое телевидение;
- Широкополосный доступ к сети Интернет;
- IP-телефония.

Для достижения поставленной цели требуется решить следующие задачи:

1. Проведение анализа экспликации здания для выявления основных функций проектируемой сети и обзор основных сетевых технологий и архитектур.

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. Разработка стратегии реализации мультисервисной сети связи.
3. Выбор технологии реализации мультисервисной сети связи.
4. Выбор оборудования.
5. Выбор оптического кабеля.
6. Расчёт нагрузок и объёма оборудования.
7. Обоснование технико-экономической составляющей проекта.

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА ЖК «КРАСНОДАР СИТИ»

Объектом является жилой комплекс «Краснодар Сити», находящийся по адресу г. Краснодар, ул. шоссе Нефтяников, 18. Данный комплекс состоит из 2 зданий: 3 здания первого типа, 4 здания – второго, 7 высотных домов класса «комфорт» и «комфорт плюс» с благоустроенным внутренним двором (средовой дизайн). Подземный и надземный паркинг, рядом имеются магазины, школы, детские сады, медицинские учреждения, торговые центры. Все это указывает на платежеспособность потенциальных клиентов. На рисунке 1.1 указана схема жилого комплекса «Краснодар Сити» в г. Краснодар.

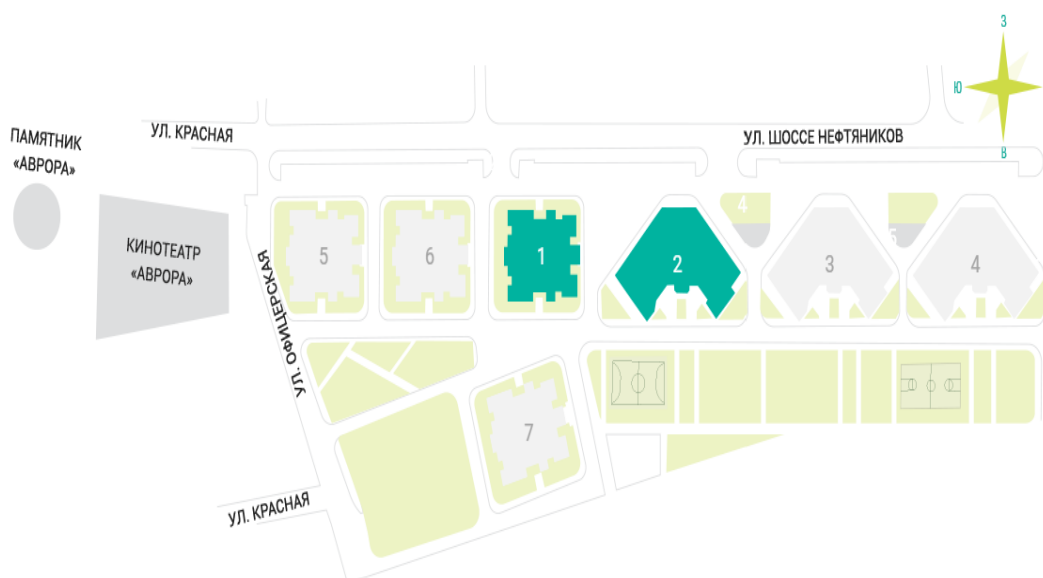


Рисунок 1.1 – Схема жилого комплекса «Краснодар Сити» в г. Краснодар

Здание первого типа имеют 24 этажа, высота этажа 3 метра. Конструктивная схема – жесткая, с несущими монолитным железобетонным каркасом. Фундамент – монолитная железобетонная плита. Общая площадь участка одного здания – 41237 кв. м.

В таблице 1.1 представлена характеристики о здании первого типа:

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Таблица 1.1 - Характеристики здания первого типа

Площадь 1 этажа	563,37 кв. м.
Площадь с 2 по 24 этаж	575,94 кв. м.
Общее количество квартир	129

Здание второго типа имеют 17 этажей, высота этажа – 3 м. Конструктивная схема – жесткая, с несущими монолитным железобетонным каркасом. Фундамент – монолитная железобетонная плита.

В таблице 1.2 представлены характеристики о здании второго типа:

Таблица 1.2 – Характеристики здания второго типа

Площадь 1 этажа	499,39 кв. м.
Площадь с 2 по 17 этаж	499,74 кв. м.
Общее количество квартир	170

Итого выходит 1030 квартир. На рисунке 1.2 показано расположение жилого комплекса «Краснодар Сити» на карте г. Краснодар.

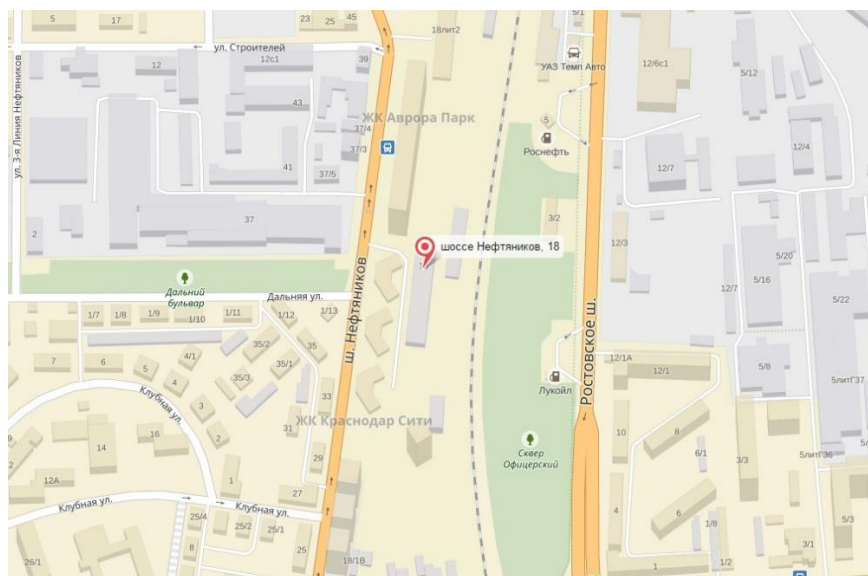


Рисунок 1.2 – Расположение жилого комплекса «Краснодар Сити» на карте г. Краснодар

Так как данный жилой комплекс является новостройкой, комплекс зданий не имеет никаких подключений к услугам связи. Поэтому, при достаточно быстрой реализации проектируемая сеть будет первой и единственной для подключения, что увеличит потенциальную базу клиентов.

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ПОСТРОЕНИЯ ШИРОКОПОЛОСНОЙ СЕТИ АБОНЕНТСКОГО ДОСТУПА

Широкополосный доступ в интернет - подключение со скоростью передачи данных выше чем подключение в сеть Интернет при использовании модема и телефонной сети. Такое подключение может быть как проводным, так и беспроводным. Исторически, ШПД имеет скорость больше чем E1(2048 кбит/с). Также, ШПД обеспечивают непрерывное подключение и двустороннюю связь, то есть возможность как получать, так и передавать данные на высокой скорости. Также ШПД не монополизировать телефонную линию.

В настоящее время существует несколько методов подключения ШПД, которые пользуются спросом.

2.1 Технология xDSL

xDSL - технология подключения абонентских линий, при которой использует существующую медно-кабельную сеть, при условии, что она удовлетворяет заданным требованиям. Перед использованием существующей линии проверяются такие параметры как защищенность и затухание. В аббревиатуре xDSL под «x» имеется ввиду один из типов технологий DSL. К данным типам относятся ADSL, HDSL, IDSL, MSDSL, PDSL, RADSL, SDSL, SHDSL, UADSL, VDSL. Данные технологии обеспечивают высокоскоростной цифровой доступ по доступной абонентской медно-кабельной линии связи.

ADSL (англ. Asymmetric Digital Subscriber Line — асимметричная цифровая абонентская линия) — модемная технология, в которой доступная полоса пропускания канала распределена между исходящим и входящим трафиком асимметрично. Так как у большинства пользователей объём

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

входящего трафика значительно превышает объём исходящего, то скорость исходящего трафика значительно ниже. Это ограничение стало проявляться шире в связи с распространением пиринговых сетей и видеосвязи

Технология ADSL – асимметричная цифровая абонентская линия, представляет собой вариант DSL, в которой полоса пропускания входящего и исходящего трафика распределена несимметрично. Считается, что для абонентов входящий трафик в большем приоритете, чем исходящий, поэтому несимметричное разделение полосы пропускания является допустимым. Скорость передачи данных для абонента достигает до 8 Мбит/с. В технологии ADSL для служебной информации отдано 25 % общей скорости, тогда как в ADSL2 общее количество служебных битов в кадре может меняться от 5,12 % до 25 %. Максимальная скорость передачи данных в линии связи зависит от таких параметров и факторов как длина линии, сечение и удельное сопротивление кабеля. Ощутимый вклад в повышение скорости передачи данных вносит то, что при использовании ADSL технологии в линии рекомендуется для использования витая пара, а не ТПП кабель. [6]

VDSL (англ. Very-high data rate Digital Subscriber Line, сверхвысокоскоростная цифровая абонентская линия) — один из подвидов технологии xDSL, продукт слияния технологий ADSL и G.SHDSL.

VDSL технология может работать как в асимметричном, так и в симметричном режимах. Скорость передачи данных при использовании асимметричного режима примерно равна от 13 до 52 Мбит/с от сети к пользователю, в то время как от пользователя к сети скорость достигает 11 Мбит/с. При симметричном режиме работы скорость составляет 26 Мбит/с в обоих направлениях. Длина линии зависит от типа кабеля и требуемой пропускной способности, она примерно имеет длину от 300 метров до 1,3 км.

Для работоспособности и предоставлении таких высоких пропускных способностей возможно только при использовании смешанной медно-оптической сети связи.

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.2 Технология FTТХ

Fiber To The X или FTТх — это технология предоставления широкополосного доступа при использовании волоконно-оптического кабеля в архитектуре сети связи. Как и в DSL, «х» означает один из подвидов названной технологии. «X» также означает до какого места доводиться волоконно-оптический кабель.

К технологиям FTТх относят следующие виды:

- FTТN (Fiber to the Node) — волокно до узла, не требует больших вложений. Используется обычно тогда, когда прокладывание в нужном районе волокна невозможно. Экономичный вариант, но имеет наиболее низкую пропускную способность передачи данных;
- FTТC (Fiber to the Curb) — волокно до квартала, района или группы домов. Эта технология намного дешевле обычная оптическая связь, так как использует усилитель коаксиального типа. Данная технология подразумевает под собой монтированием волокна до кросса на улице, от которого в дома идет медный кабель;
- FTТH (Fiber to the Home) — волокно до квартиры или частного дома. Имеет высокую пропускную способность, дает возможность использовать один порт для подключения телефона, интернет соединения и телевидения. Более надежная технология, чем FTТN и FTТC, так как волокно не ржавеет;
- FTТВ (Fiber to the Building) — волокно до здания.

То есть, главное отличие данных технологий является то, насколько близко оптический кабель доходит до пользовательского терминала. Первыми появились технологии FTТN и FTТC. В настоящее FTТN внедряется только как как дешевое и быстрое внедрение линии связи там, где существует распределительная «медная» инфраструктура и прокладка оптоволокна

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

убыточно. FTTC — это обновленный вариант FTTN, это означает, что FTTC лишен недостатков FTTN. В случае с FTTC в основном используются существующая медная сеть, проложенная внутри зданий, с большой протяженностью линии и качеством используемых медных жил, что позволяет иметь более высокую скорость передачи данных.

FTTC используется там, где уже имеются подключения по технологии xDSL или PON, и операторов кабельного телевидения: при реализации FTTC оператор сможет при меньших затратах увеличить как число обслуживаемых пользователей, так и полосу пропускания, выделяемую для абонентов. Чем выше требования к скорости доступа и к количеству набора услуг, тем ближе к терминалу должна подходить оптика. В таких случаях используется именно технология оптика до дома (FTTH). На рисунке 2.1 представлены типы FTТх:

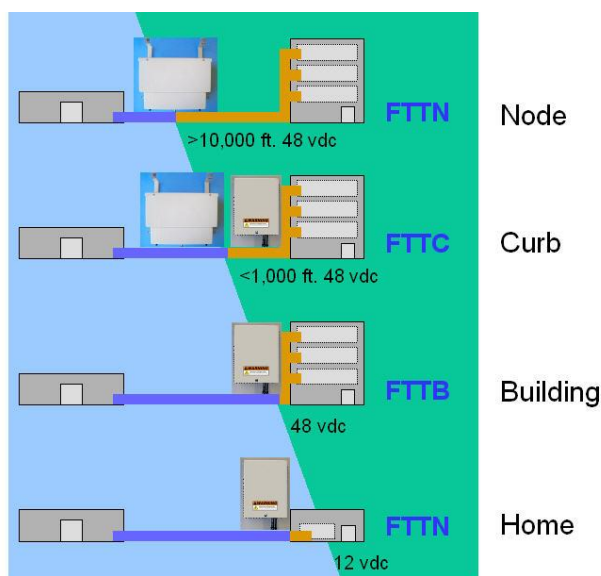


Рисунок 2.1 – Типы FTТх [7]

Если же приоритетом является сохранение имеющейся инфраструктуры и оборудования, наилучшим выбором будет FTТВ. При реализации FTТВ оптическое волокно проникает достаточно глубоко до абонента, что обеспечивает оптимальную работу оптического узла рассчитаного на 100-300 абонентов, например, многоэтажные строения. Преимуществами FTТВ технологии являются:

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

- Низкая сложность реализации более новых, современных технологий, которые можно наложить на FTTB сеть.
- Высокая надежность.
- Высокая скорость при относительно большом числе абонентов.

2.3 Технология PON

При необходимости предоставления как можно большей скорости передачи данных корпоративным абонентам или отдельным абонентам при минимальных затратах, что является одной из главных задач при предоставлении доступа к телекоммуникационным сетям, можно рассматривать технологию PON как вариант для осуществления подключения.

PON (Passive optical network) — это технология, при которой используется только пассивные элементы в оптической линии. Особенностью PON является то, что есть так называемый Optical line terminal (OLT или приемопередающий модуль центрального узла) и Optical network terminal (ONT или удаленный абонентский узел), а между ними строится пассивная оптическая сеть по топологии «дерево». В промежуточных узлах ставятся оптические сплиттеры, не требующие питания и обслуживания. Огромным плюсом является то, что число удаленных абонентских узлов, которые можно подключить к одному приемопередающему модулю достаточно велико, ограничителем является мощность и максимальная скорость приемопередающей аппаратуры. На рисунке 2.2 представлено логическое соединения в сети доступа PON.

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

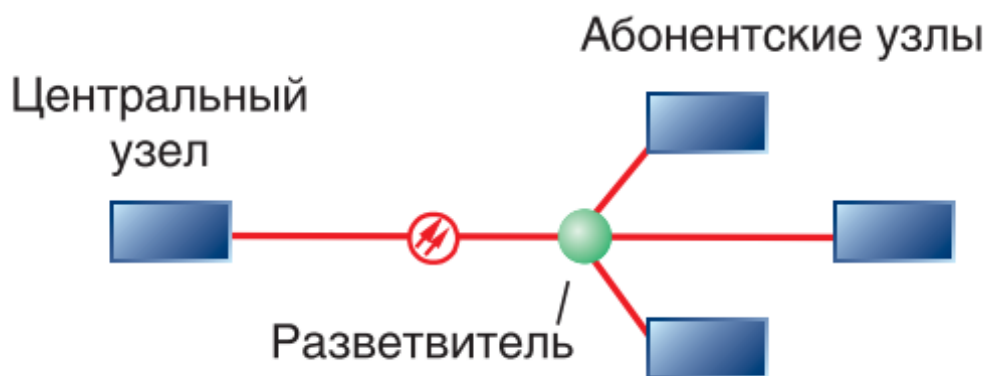


Рисунок 2.2 – Логические соединения в PON Сетях[7]

Архитектура PON имеет топологию типа точка-многоточка. При использовании PON к центральному узлу возможно подключить ряд волоконно-оптический соединений, которые образуют сегмент древовидного типа архитектуры, охватывающего множество абонентов. В промежуточных узлах этого дерева стоят пассивные разветвители, которые не требуют ни питания, ни обслуживания. При использовании PON сетей можно уменьшить затраты на кабели из-за снижения общей длины используемого оптического волокна из-за того, что в участке от центрального узла до сплиттера используется лишь единственное волокно. Так же снижаются затраты на количество нужных оптических передатчиков и приемников, которые используются в центральном узле.

Итого, преимуществом данной технологии являются следующие факторы:

- Не нужно использовать активные элементы в промежуточных узлах;
- Экономическая выгода;
- Надежность сети, отключение или поломка каких-либо абонентских узлов не оказывает влияние на другие узлы.

Принципом действия PON сетей является то, что используется один приемопередатчик центрального узла для передачи и приема информации

большому количеству абонентский устройств (ONT). Число ONT, которые можно подключить к приемопередающему модулю центрального узла зависит от используемой аппаратуры (мощность и максимальная скорость). Обычно, для прямого потока (передача данных от центрального узла к абонентскому устройству) используются длина волны равная 1550 нм. Для обратного потока данные передают на длине 1310 нм. В абонентский устройствах и центральных узлах используются WDM мультиплексоры, с помощью которых разделяются прямые и обратные потоки.

В 1998 году появился стандарт APON, который базировался на передачи ячеек ATM в структуре PON сетей. Далее, данный стандарт изменялся, вносились поправки и рекомендации, что увеличило скорость передачи данных до 622 Мбит/с. После обновления в APON, которое добавило такие функции как передача голоса, видео и данных, данный стандарт переименовался в Broadband PON или сокращенно, BPON.

APON поддерживает SDH, ATM, FastEthernet, GigabitEthernet, видео, телефоинию, а также абонентский интерфейс E1. APON не поддерживает шифрование обратного потока, так как центральный узел находится в зоне оператора.

Стандарт EPON основан на желании приблизить архитектуру сетей PON к сетям технологии Ethernet. Для этого используется совмещение PON и протокола Ethernet на первой миле, так же известный как EFM (Ethernet first mile). Первая миля – участок от абонентского оборудования до первого узла провайдера. Для этого был разработан стандарт 802.3ah, целью которого было рассмотреть три варианта подключения сети абонентского доступа:

- EFM copper – топология типа точка-точка, при которой используется витая пара. Является оптимальный вариантом для жилых районов, комплексов, где есть возможность использовать имеющуюся первую милю;

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- EFM fiber - топология типа точка-точка с использованием волоконно-оптического кабеля. В этом стандарте описывается соединение с использованием оптики 1000BaseX, то есть Gigabit Ethernet по волоконные оптики. Он обеспечивает корпоративным и домашним сетям широкополосный доступ. Использование оптической технологии Ethernet на первой миле снижает расходы, а также обеспечивает высокую скорость и выгодно длительный срок эксплуатации, который составляет не менее 20 лет;

- EFM PON – решение, основанное на PON архитектуре, то есть точка –многоточка по волокну. Данное решение получило название EPON. EPON позволяет уменьшить затраты на число используемых трансиверов, а также число волоконно-оптических линий, которые нуждаются в управлении из точки присутствия. Кроме того, EPON позволяет уменьшит расходы на обслуживание, так как в сети не используются активные элементы.

GPON является улучшением APON. Этот стандарт может работать как в симметричном, так и в ассиметричном режиме. В таблице 2.1 представлена сравнительная характеристика технологий PON.

Таблица 2.1 – Сравнительная характеристика технологий PON

Атрибут	APON	BPON	EPON	GPON
1	2	3	4	5
Название стандарта	ITU-T G.981.x	ITU-T G.981.x	IEEE 802.3ah	ITU-T G.984-x
Скорость передачи данных для прямого потока, Мбит/с	155	622	1000	2488
Скорость передачи данных для обратного потока, Мбит/с	155	622	1000	1244
Длина волны для прямого потока, нм	1550	1480	1550	1550

Окончание таблицы 2.1

1	2	3	4	5
Длина волны для прямого потока, нм	1550	1480	1550	1550
Длина волны для обратного потока, нм	1310	1310	1310	1310
Шифрование	Открытыми ключами	Открытыми ключами	Нет	Открытыми ключами

Обычно используется асимметричный режим работы, при котором скорость передачи в нисходящем потоке имеет 2.5 Гб/с, а в восходящем – 1.25 Гб/с. Компьютер к абонентскому устройству ONT стандарта GPON подключается с помощью витой пары или Wi-Fi, так же есть возможность подключить телевидение и VoIP. [8]

2.4 Технология Ethernet

Ethernet – сетевая технология, которая чаще всего используется в Подсетях Ethernet городского района (другое название – домовая сеть Ethernet) понимается сеть Ethernet, охватывающая несколько компактно расположенных жилых кварталов городской застройки (состоящих, как правило, из многоквартирных домов) и предоставляющая своим абонентам высокоскоростной доступ к различным услугам связи (Интернет, Игровые сервера, Голос поверх IP, Видео по требованию, IP телевидение и т.д.).

В основе подхода построения сети – использование оптической среды передачи, кроме ближайшего к абоненту участка сети, располагающегося внутри здания. Невысокие цены на оптический кабель, множество способов прокладки, возможность обеспечения надежной и помехонезависимой передачи информации, огромный диапазон поддерживаемых скоростей, гарантирующий

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

возможность его длительного использования, делают инвестиции в оптическую проводку привлекательными и позволяют строить на ее основе сети операторского класса.

различных пользователей), так и интегрированных мультисервисных. Основное различие между ними заключается в стоимости и сложности реализации.

Для обеспечения надежности, масштабируемости и управляемости сети, с возможностью обеспечения широкого спектра услуг с необходимым качеством обслуживания, предложен подход, в котором домовая сеть состоит из иерархических уровней. [9]

2.5 Типовая схема реализации выбранной технологии

Правильно спланированная мультисервисная сеть позволяет удовлетворить потребности абонентов, при этом, если требуется, имеется возможность расширения этой сети. Мультисервисная сеть должна предоставлять ШПД, IP-телефонию, IP-TV и возможность подключения таких услуг как видеонаблюдение и охранная сигнализация.

При разработке мультисервисной сети нужно учитывать следующие критерии:

- Гибкость и возможность масштабирования существующей сети;
- Стоимость и окупаемость спроектированной сети;
- Совместимость спроектированной сети с существующими линиями связи, а также совместимость с имеющимся сетевым оборудованием;
- Возможность совместимости или взаимосвязи с другими сетями.

По результатам анализа существующей мультисервисной сети и исследовании существующих методов построения сети, а также учитывая то, что технология GPON требует больших затрат, не предоставляя в данном

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

случае больших преимуществ, предлагается осуществить построение мультисервисной сети по FTTB на базе технологии Ethernet.

На рисунке 2.3 представлена типовая реализация сети на основе FTTB на базе Ethernet.

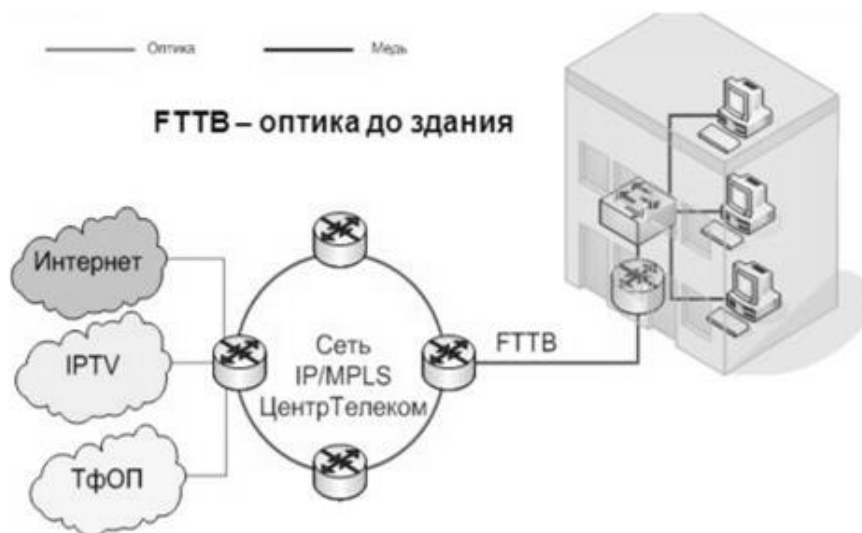


Рисунок 2.3 – Типовая реализация FTTB на базе Ethernet

Технология Ethernet была определена стандартом IEEE 802.3-2008. Gigabit Ethernet является перспективной и проверенной, так как используется для построения проводных локальных сетей начиная с 1999 г., постепенно вытесняя Fast Ethernet благодаря значительно более высокой скорости передачи данных. Кроме того, необходимые кабели и оборудование мало отличаются от используемых в предыдущих стандартах, общедоступны и обладают низкой стоимостью.

Технология Ethernet имеет следующие плюсы данной технологии:

- Технология Ethernet имеет большой выбор механизмов для устранения проблем, что делает данную технологию наиболее популярной во всем мире;
- Из-за низкой стоимости и высокой популярности эта технология поддерживается большинством мировых производителей;

- Все виды технологии Ethernet (Gigabit Ethernet, Fast Ethernet, Ethernet) могут быть совмещены в одном проекте без каких-либо проблем, что дает возможность перейти к Gigabit Ethernet использовать когда нужно, которая имеет важное преимущество в скорости.

2.6 Трехуровневая иерархическая модель

Сеть будет строиться по трехуровневой иерархической модели. Все сетевые объекты будут распределены по трем уровням, с учётом функциональности данных сетевых объектов. Использование этой модели упрощает проектирование, внедрение, обслуживание сетей. На рисунке 2.4 представлена трехуровневая иерархическая модель.

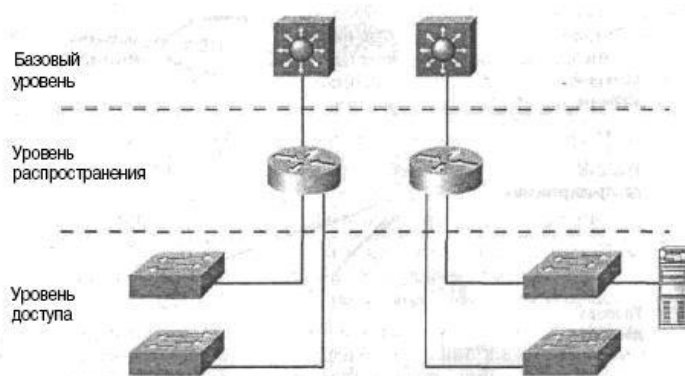


Рисунок 2.4 – Трехуровневая иерархическая модель

На вершине этой модели стоит базовый уровень или уровень ядра. Он отвечает за быстроту и надежность отсылки основного трафика. То есть, основной задачей уровня ядра является быстрая коммутация трафика. На уровне ядра, трафик передается одновременно для нескольких абонентов.

Очень важно обеспечить высокую надежность на уровне ядра, так как одна ошибка может повлиять на всех абонентов. Так же, из-за того, что на этом уровне обрабатывается большая часть трафика, нужно учесть скорость и

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

задержки. Особенности реализации данного уровня можно считать следующие пункты:

- Трафик не должен замедляться, например, из-за маршрутизации или фильтрации пакетов;
- При возникновении проблем следует улучшать, а не расширять уровень ядра;
- При увеличении масштаба сети также следует модернизировать уровень ядра, а не расширять его путем добавления маршрутизаторов.

Далее идет уровень распределения (распространения, агрегации или уровень рабочих групп). Главной функцией данного уровня является маршрутизация, фильтрация, а также установление правил доступа трафика к уровню ядра. То есть, на уровне агрегации выполняются следующие функции:

- Установка списков доступа, фильтрование пакетов;
- Установка систем безопасности, установка сетевых политик;
- Установка маршрутизации между сетями VLAN;
- Определение широковещательных доменов и многоадресный рассылки.

Нижним уровнем является уровень доступа. На этом уровне реализовывается управление абонентами при использовании ресурсов сети. На уровне доступа выполняются следующие функции:

- Сегментация;
- Объединение рабочих групп с уровнем агрегации;
- Перманентный контроль за политиками и доступом;

Обычно на этом уровне применяются технология Ethernet.

Схема организации связи, построенная по трехуровневой иерархии организации сети, будет отвечать заданным требованиям, выполнять функции мультисервисной сети связи.

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3 РАСЧЕТ НАГРУЗОК И ОБЪЕМА ОБОРУДОВАНИЯ

3.1 Расчет нагрузок

Мультисервисная сеть предоставляет такие услуги как телефония, телевидение и доступ в Интернет, все они являются IP услугами и называются услугами Triple play. Услуги Triple play занимают наибольшую часть полосы пропускания, в то время как другие возможные услуги занимают несущественную часть. Поэтому следует найти требуемую полосу пропускания для Triple Play, а также добавить необходимый запас для других возможных услуг.

Основываясь на данных, приспособленных к российскому рынку телекоммуникаций, следует рассчитать нужную полосу пропускания для предоставления всех трех услуг комплекса Triple Play. Для избежания любых возможных проблем и для обеспечения максимальной надежности все расчеты будут происходить для показаний часа наибольшей нагрузки, производимой абонентами для единичного оптического узла связи.

3.2 Расчет трафика телефонии

Для расчёта необходимой полосы пропускания для такой услуги как IP телефония исходными данными для являются:

1. Максимальное число абонентов, которые могут использовать SIP терминалы и подключаться в пакетную сеть на уровне мультисервисного концентратора. $N_{sip} = 1030$ абонентов;

2. Тип используемого кодека в оборудовании, G.729A;

3. длина заголовка IP пакета, 58 байт.

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Для кодека G.729A скорость кодирования – 8кбит/с, а время звучания голоса – 20 мс. Для вычисления полезной нагрузки пакета телефонии, который необходимо выделить для передачи в IP сети телефонии с учетом используемого кодека, необходимо рассчитать следующим образом:

$$Y_{\text{полезн}} = \frac{t_{\text{звуч.голова}} \cdot v_{\text{кодирования}}}{8 \text{ бит} / \text{байт}}, \text{ байт}, \quad (3.1)$$

где $t_{\text{звуч.голова}}$ - время звучания голоса мс,

$v_{\text{кодирования}}$ - скорость кодирования речевого сигнала Кбит/с.

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

Общий размер голосового пакета составит:

$$V_{\text{пакета}} = L_{\text{Eth}} + L_{\text{IP}} + L_{\text{UDP}} + L_{\text{RTP}} + Y_{\text{полезн}}, \text{ байт}, \quad (3.2)$$

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

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

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

Кодек G.729A транспортирует по 50 пакетов в секунду через шлюз. Эти данные позволяют определить полосу пропускания единичного вызова следующим образом:

$$\text{ППР}_1 = V_{\text{пакета}} \cdot 8 \text{ бит} / \text{байт} \cdot 50_{\text{pps}}, \text{ Кбит} / \text{с}, \quad (3.3)$$

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

$$\text{ППР}_1 = 78 \cdot 8 \cdot 50 = 30 \text{ Кбит} / \text{с}.$$

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В реализующейся мультисервисной сети задается точка присутствия, которая имеет 1030 голосовых портов. При использовании средств подавления пауз голосовой вызов можно сжать на 30%-50%. Из этого следуют, что для расчета полосы пропускания WAN для точки присутствия следует:

$$ППр_{WAN} = ППр_1 \cdot N_{SIP} \cdot VAD, \text{ Мбит/с}, \quad (3.4)$$

где ППр₁ – полоса пропускания для одного вызова, Кбит/с,

N_{SIP} – количество голосовых портов в точке присутствия, шт,

VAD (Voice Activity Detection) – коэффициент механизма идентификации пауз (0,7).

$$ППр_{WAN} = 30 \cdot 1030 \cdot 0,7 = 22 \text{ Мбит/с}.$$

Выходит, что необходимо обеспечить полосу пропускания равную 22 Мбит/с.

3.3 Расчет трафика видеопотоков

Чтобы рассчитать среднее число абонентов, нагружающих один оптический узел следует использовать следующую формулу:

$$AVS = NS/FN, \text{ аб.}, \quad (3.5)$$

где NS – общее число абонентов, аб.,

FN – количество оптических сетевых узлов, шт.

$$AVS = 1030/7 = 148, \text{ аб.}$$

Общее число абонентов, которые используют интерактивное телевидение одновременно на одном узле определяется коэффициентом IPVS Market Penetration:

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

$$\text{IPVS Users} = \text{AVS} * \text{IPVS MP} * \text{IPVS AF} * \text{IPVS SH}, \text{ аб.}, \quad (3.6)$$

где IPVS MP – коэффициент проникновения услуги IP TV,

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

IPVS SH – коэффициент, показывающий, количество различающихся программ, которые одновременно принимается в одном доме.

$$\text{IPVS Users} = 148 * 1 * 0,5 * 1,5 = 111 \text{ аб.}$$

Если в квартире может приниматься видеопотоков в количестве n, то в этом случае будет считаться, что видеопоток принимают n абонентов.

Существует 2 режима принятия видео для абонентов: режим multicast и режим unicast. При этом пользователю, заказавшему услугу видео по запросу, будет соответствовать один видеопоток, следовательно, количество индивидуальных потоков равно количеству абонентов, принимающих эти потоки

$$\text{IPVS US} = \text{IPVS Users} * \text{IPVS UU} * \text{UUS}, \text{ потоков}, \quad (3.7)$$

где IPVS UU – коэффициент проникновения услуги индивидуального видео,

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

$$\text{IPVS US} = 111 * 0,3 * 1 = 34, \text{ потоков.}$$

Если единичный групповой поток приходит одновременно нескольким пользователям, то количество индивидуальных потоков:

$$\text{IPVS MS} = \text{IPVS Users} * \text{IPVS MU}, \text{ потоков}, \quad (3.8)$$

где IPVS MU – количество абонентов, принимающих групповые видеопотоки.

$$\text{IPVS MS} = 111 * 0,7 = 78, \text{ потоков.}$$

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Количество программ, предоставляемых провайдером определяет число доступных групповых видеопотоков. При классической вещательной системе каналы транслируются всегда, да тогда, когда не используются, в то время как в сети с подключенной услугой IPTV лишь некоторые потоки транслируются внутри области обслуживания. В данной мультисервисной сети расчёт берется на предоставление 60 программ, то есть на предоставление 60 групповых потоков.

Максимальное число видеопотоков доступных для использования абонентам, имеющих услугу группового вещания рассчитывается следующим образом:

$$IPVS\ MSM = IPVS\ MA * IPVS\ MUMIPVS, \text{ видеопотоков,} \quad (3.9)$$

где IPVS MA – количество доступных групповых видеопотоков,

IPVS MUM – процент максимального использования видеопотоков.

$$IPVS\ MSM = 60 * 0,7 = 42, \text{ видеопотока.}$$

Выходит, что в одном сегменте с 25 активными абонентами необходимо транслировать 42 групповых видеопотока, т.е. из 60 доступных каналов используется только часть. При изменении числа активных пользователей в сети результат будет также изменяться. Например, если есть только один активный пользователь, он будет смотреть один канал и в сети будет транслироваться один видеопоток. То есть, если в определенный период в сети есть 10 пользователей, то некоторые из них будут смотреть одинаковые каналы и тогда необходимо транслировать не все 10 каналов, а количество уникальных просматриваемых каналов.

При транслировании видеопотоков битовая скорость может изменяться. Средняя битовая скорость единичного видеопотока, передающегося со спутника, составляет 5 Мбит/с. С учетом добавления заголовков IP пакетов и

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

запаса на вариацию битовой скорости скорость передачи одного видеопотока в формате MPEG-2 составит:

$$IPVSB = VSB*(1+SVBR)*(1+OHD), \text{ Мбит/с}, \quad (3.10)$$

где VSB – скорость трансляции потока в формате MPEG-2, Мбит/с,
SVBR – запас на вариацию битовой скорости.

$$IPVSB = 5*(1+0,2)*(1+0,1) = 5,28, \text{ Мбит/с}.$$

Для расчета необходимой скорости передачи единичного видеопотока в режимах multicast и unicast необходимо провести следующие вычисления:

$$IPVS \text{ MNB} = IPVS \text{ MS} * IPVSB, \text{ Мбит/с}, \quad (3.11)$$

$$IPVS \text{ UNB} = IPVS \text{ US} * IPVSB, \text{ Мбит/с}, \quad (3.12)$$

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

$$IPVS \text{ MNB} = 78 * 5,28 = 311,84 \text{ Мбит/с},$$

$$IPVS \text{ UNB} = 34 * 5,28 = 179,52 \text{ Мбит/с}.$$

Групповые потоки передаются от главной станции к группе абонентов, для вычисления скорости для передачи максимального количества групповых видеопотоков в час наибольшей нагрузки необходимо использовать следующую формулу:

$$IPVS \text{ MNBM} = IPVS \text{ MSM} * IPVSB, \text{ Мбит/с}, \quad (3.13)$$

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

$$IPVS \text{ MNBM} = 42 * 5,28 = 221,76 \text{ Мбит/с}.$$

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для расчета полной пропускной способности в IP сети с услугами предоставления телевидения на одном оптическом узле необходимо произвести следующее действие:

$$AB = IPVS\ MNB + IPVS\ UNB, \text{ Мбит/с}, \quad (3.14)$$

где $IPVS\ MNB$ – пропускная способность для передачи группового видеопотока,

$IPVS\ UNB$ – пропускная способность для передачи индивидуального видеопотока.

$$AB = 311,84 + 179,52 = 491,36 \text{ Мбит/с}.$$

Выходит, что для подключения услуги IP TV на один сетевой узел полоса пропускания должна быть равна 491,36 Мбит/с.

3.4 Расчет трафика передачи данных

Первоначально, компьютерные сети были предназначены для предоставления общего доступа пользователям к ресурсам каждого компьютера: программам, файлам, устройствам и т.д. Трафики этих служб уникальны, они сильно отличаются от телефонного трафика или трафика в кабельном телевидении. Компьютерные данные создают трафик с очень неравномерной интенсивностью поступления в сеть. Например, коэффициент пульсации трафика отдельного абонента сети, равный отношению средней интенсивности обмена данными к максимально допустимой, может достигать 1:50 и даже 1:100. Но если коммутаторы обслуживают большое количество пользователей, то пульсации распределяются так, что они не совпадают своими пиками и коэффициент пульсации на магистральных каналах заметно снижается.

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

В час наибольшей нагрузки количество активных пользователей является лишь частью от максимального числа абонентов, при этом количество активных пользователей может меняться. Для их подсчета используется пятиминутный временной интервал внутри ЧНН, и максимальное число активных абонентов за этот период времени определяется параметром Data Average Activity Factor (DAAF), в соответствии с этим для расчета количества активных пользователей нужно рассчитать:

$$AS = TS * DAAF, \text{ аб,} \quad (3.15)$$

где TS – число абонентов на одном сетевом узле, аб,

DAAF – процент абонентов, находящихся в сети в ЧНН.

$$AS = (1030/7) * 0,8 = 117 \text{ аб.}$$

Далее следует рассчитать среднюю пропускную способность сети, требуемой для обеспечения нормального соединения пользователю.

Средняя пропускная способность для приема данных составит:

$$BDDA = (AS * ADBS) * (1 + OHD), \text{ Мбит/с,} \quad (3.16)$$

где AS - количество активных абонентов, аб,

ADBS – средняя скорость приема данных, Мбит/с,

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

$$BDDA = (117 * 2) * (1 + 0,1) = 257,4 \text{ Мбит/с.}$$

Для определения средней пропускной способности необходимо рассчитать:

$$BUDA = (AS * AUBS) * (1 + OHU), \text{ Мбит/с,} \quad (3.17)$$

где AS - количество активных абонентов, аб,

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

AUBS – средняя скорость передачи данных, Мбит/с;

OHU – отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине в исходящем потоке.

$$BUDA = (117*0,5)*(1+0,15) = 67,275 \text{ Мбит/с.}$$

Для определения пиковой пропускной способности сети необходимо найти количество пользователей, которые принимают данные в течение короткого периода времени. Для определения числа таких абонентов необходимо рассчитать:

$$PS = AS*DPAF, \text{ аб,} \quad (3.18)$$

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

$$PS = 117*0,7 = 82, \text{ аб.}$$

Пиковая пропускная способность необходима для приема и передачи данных в момент, когда одновременно несколько пользователей передают или принимают данные по сети. Пиковая пропускная способность, требуемая для приема данных в час наибольшей нагрузки:

$$BDDP = (PS*PDBS)*(1 + OHU), \text{ Мбит/с,} \quad (3.19)$$

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

$$BDDP = (82*3)*(1+0,1) = 270,6 \text{ Мбит/с.}$$

Пиковая пропускная способность для передачи данных в ЧНН:

$$BUDP = (PS*PUBS)*(1 + OHU), \text{ Мбит/с,} \quad (3.20)$$

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

$$BUDP = (82*1,5)*(1+0,15) = 141,45 \text{ Мбит/с.}$$

Вышло, что пиковая пропускная способность выше чем средняя.

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

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

$$BDD = \text{Max} [BDDA; BDDP], \text{ Мбит/с}, \quad (3.21)$$

$$BDU = \text{Max} [BUDA; BUDP], \text{ Мбит/с}, \quad (3.22)$$

где BDD – пропускная способность для приема данных, Мбит/с,

BDU – пропускная способность для передачи данных, Мбит/с.

$$BDD = \text{Max} [257,4; 270,6] = 270,6 \text{ Мбит/с},$$

$$BDU = \text{Max} [67,275; 141,45] = 141,45 \text{ Мбит/с}.$$

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

$$BD = BDD + BDU, \text{ Мбит/с}, \quad (3.23)$$

где BDD – максимальная пропускная способность для приема данных, Мбит/с,

BDU – максимальная пропускная способность для передачи данных, Мбит/с.

$$BD = 270,6 + 141,45 = 412,05 \text{ Мбит/с}.$$

Для обеспечения передачи данных между пользователями сети на одном узле необходима полоса пропускания равная 412,05 Мбит/с.

3.5 Расчет трафика предоставления услуг доступа сети Internet

Все расчеты параметров проектируемой сети приводятся, принимая во внимание следующие исходные данные:

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Только 10% из числа пользователей могут находиться в сети одновременно. Из них 20% в час наибольшей нагрузке (ЧНН). Из этих 20% только 25% загружают данные.

Расчёт числа активных абонентов, работающих на средней скорости по формуле:

$$N_{act\ subser} = HNP * DP * DAAF, \text{ аб.} \quad (3.24)$$

где HNP – общее число абонентов проектируемой сети;

DP – характеристика проникновения трафика данных;

DAAF – фактор активности.

$$N_{act\ subser} = 1030 * 1 * 0.2 = 206, \text{ аб.}$$

Далее рассчитаем количество абонентов, одновременно принимающих и передающих данные по формуле:

$$Peak_{subser} = HNP * DP * DPeakAF, \text{ аб.} \quad (3.25)$$

$$Peak_{subser} = 1030 * 1 * 0.1 = 103, \text{ аб.}$$

Для определения требуемой полосы пропускания для среднего и пикового трафика необходимо рассчитать среднюю и пиковую полосу пропускания в ЧНН для восходящего и нисходящего трафика и выбрать из них максимальный.

$$BWDA = (N_{act\ subser} * BWA_{per\ subser}) * (1 + OH), \text{ Мбит/с,} \quad (3.26)$$

$$BWDPeak = (Peak_{subser} * BWP_{per\ subser}) * (1 + OH), \text{ Мбит/с,} \quad (3.27)$$

где $BWA_{per\ subser}$ - средняя полоса пропускания, приходящаяся на 1 абонента (50000 кбит/с),

$BWP_{per\ subser}$ – пиковая полоса пропускания на 1 абонента (100000 кбит/с),

OH – отношение длины заголовка к длине пакета (0,1).

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

$$BWDA=(206*50000)*(1+0,1)=11300, \text{ Мбит/с,}$$

$$BWDPeak = (103*100000)*(1+0,1)=1130, \text{ Мбит/с.}$$

Для определения требуемой полосы пропускания определим максимальное значение между пиковой и средней пропускной способностью:

$$BWData = \text{MAX}[BWDA;BWDPeak], \text{ Мбит/с.} \quad (3.28)$$

$$BWData=\text{MAX}[11300;1130]=11300, \text{ Мбит/с.}$$

Таким образом для реализации услуги доступа к глобальной сети Internet полоса пропускания каждого проектируемого узла должна составлять 11300 Мбит/с.

3.6 Определение телеграфика МСС

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

$$\text{ППр}_{\text{Triply play}} = \text{ППр}_{\text{WAN}} + \text{AB} + \text{BD} + \text{BWData}, \text{ Мбит/с,} \quad (3.29)$$

где ППр_{WAN} – пропускная способность для трафика IP телефонии, Мбит/с,

AB – пропускная способность для видеопотоков, Мбит/с,

BD – пропускная способность для трафика данных, Мбит/с,

BWData - пропускная способность для предоставления услуги доступа к сети Internet, Мбит/с.

$$\text{ППр}_{\text{Triply play}} = 22 + 491,36 + 412,05 + 1130 = 2056 \text{ Мбит/с.}$$

Из расчета можно сделать вывод, что требуемую полосу пропускания внутри сетевого узла может обеспечить технология Ethernet.

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4 ВЫБОР ТИПА ЛИНИИ СВЯЗИ

4.1 Линия связи на уровне ядра и уровне агрегации

На участке от уровня ядра до уровня агрегации будет использоваться волоконно-оптическая линия связи, которая обеспечит высокую скорость, надежность, а также перспективность для дальнейшего развития рассматриваемого объекта.

В проектируемой сети кабель прокладывается в построенной канализации, что значительно снижает затраты. Для прокладки был выбран кабель ОКЛСт-01-5-40-10/125-0,36/0,22-3,5/18-2,7 от Самарской Оптической Кабельной Компании. На рисунке 4.1 представлен кабель ОКЛСт-01-5-16-10/125-0,36/0,22-3,5/18-2,7:



Рисунок 4.1 – Кабель ОКЛСт-01-5-16-10/125-0,36/0,22-3,5/18-2,7

Данный кабель имеет броню из стальных гофрированных лент, он допускает растягиваемую нагрузку от 1.0 до 5.0 кН, прокладывается в кабельных канализациях, специальных трубах, коллекторе, тоннеле, на мостах и эстакадах, а так же в легких грунтах и в местах, населенных грызунами. На рисунке 4.2 кабель ОКЛСт представлен в разрезе.

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

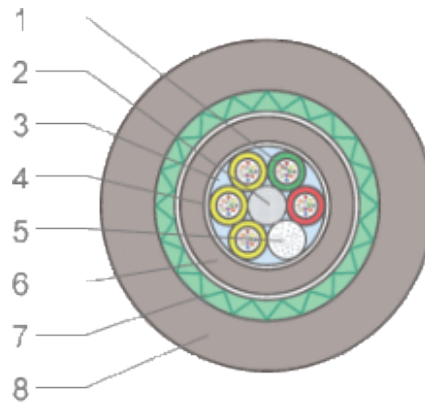


Рисунок 4.2 – Кабель ОКЛСт в разрезе

Конструкция кабеля:

1. Оптические волокна свободно уложены в полимерных трубках (оптические модули), заполненных тиксотропным гелем по всей длине.
 2. Центральный силовой элемент (ЦСЭ), диэлектрический стеклопластиковый пруток (или стальной трос в ПЭ оболочке), вокруг которого скручены оптические модули.
 3. Кордели (при необходимости) — сплошные ПЭ стержни для устойчивости конструкции.
 4. Поясная изоляция в виде лавсановой ленты, наложенная поверх скрутки.
 5. Водоблокирующие материалы — ленты, нити.
 6. Гидрофобный гель, заполняющий пустоты скрутки по всей длине.
 7. Броня в виде стальной гофрированной ленты с водоблокирующей лентой под ней.
 8. Наружная оболочка выполнена из композиции ПЭ низкой или высокой плотности. [11]
- В таблице 4.1 представлены характеристика кабеля ОКЛСт-01-5-16-10/125-0,36/0,22-3,5/18-2,7.

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 4.1 – Характеристика кабеля ОКЛСт-01-5-16-10/125-0,36/0,22-3,5/18-2,7

Характеристика	Описание
Количество волокон	16
Диаметр, мм	11,0
Растягивающее усилие, кН	2,7
Раздавливающее усилие, кН/см	0,4
Радиус изгиба (монтаж), мм	220
Радиус изгиба (эксплуатация), мм	165
Срок службы, лет	30
Строительная длина, км	6
Рабочая длина волны, мкм	1.31/1.55
Коэффициент затухания, дБ/км	0.36/0.22
Дисперсия, пс/(нм•км)	3.5/18
Вес, кг/км	118

В проектируемой сети кабель будет прокладываться в существующей кабельной канализации. С учетом расхода на прокладку до оборудования необходимо 1900 м кабеля.

4.2 Линия связи на уровне абонентского доступа

На «последней миле» будет прокладываться медный кабель, так как была выбрана технология FTTB на базе Ethernet, к тому же в домах прокладывать волоконно-оптические линии не целесообразно, так как расстояния между элементами сети небольшое, медный кабель позволяет передавать сигнал с необходимой скоростью и качеством на данном участке сети. Необходимым требованиям проектируемой сети с возможностью передачи выбранного стандарта Ethernet соответствует кабель UTP 6.

UTP cat 6 – кабель шестой категории типа «витая пара», который используется в сетевых системах, основанных на технологии Ethernet. Данный тип подходит к таким физическим интерфейсам как 10BASE-T, 100BASE-TX (Fast Ethernet), 1000BASE-T (Gigabit Ethernet) и 10GBASE-T. [12]

На весь жилой комплекс по предварительным расчетам понадобится 584 метра кабеля.

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

Подбор оборудования имеет наибольшую важность во время проектирования сети, выбор неправильной аппаратуры в лучшем случае увеличит расходы, в худшем – повлечет неработоспособность сети.

При отборе следует избежать возможных проблем, например, несогласования устройств. Для этого следует выбирать аппаратуру одного производителя, также следует в первую очередь рассматривать широко известных производителей для избежание всевозможных.

5.1 Оборудование уровня ядра

Очень важно обеспечить высокую надежность на уровне ядра, так как одна ошибка может повлиять на всех абонентов. Так же, из-за того, что на этом уровне обрабатывается большая часть трафика, нужно учесть скорость и задержки. Для выполнения этих условий было решено использовать оборудование от компании Cisco – мировой лидер в производстве сетевого оборудования.

Серия маршрутизаторов Cisco 7600 – единственная в отрасли серия маршрутизаторов для граничных сегментов сетей, обеспечивающих широкий набор функций IP/MPLS для граничных сегментов операторских сетей и корпоративных городских и распределенных сетей. Благодаря широчайшему набору интерфейсов и новой технологии Adaptive Network Processing, маршрутизатор Cisco 7600 обладает лучшими в отрасли возможностями обеспечивая интегрированные сервисы Ethernet, частных каналов и агрегации абонентского трафика. Серия Cisco 7600 является естественным выбором для существующих пользователей оборудования серии Cisco 7500, предоставляя

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

одинаковые возможности Cisco IOS, а также обеспечивая поддержку FlexWAN для существующих адаптеров портов Cisco серий 7200/7500. [13]

Основные характеристики Cisco 7609 представлены в таблице 5.1:

Таблица 5.1 – Характеристики Cisco 7609

Характеристика	Описание
Высота RM UNIT	4U
Слоты для модулей	9
Резервирование блоков питания и системного модуля	Да
Макс. производительность,	720 Гбит/с 400 Mbbs
Макс. производительность, млн. пакетов/с	40
Размеры (В x Ш x Г), см	93.3 x 43.1 x 53.3 см
Температура во время работы	от 0 до 40°C
Температура во время простаивания	20 to 65°C

Маршрутизатор 7609-S323B-8G-P обеспечивает производительность коммутации на уровне 720 Гбит/с и пропускную способность 40 Гбит/с на слот. При этом маршрутизатор обеспечивает достаточную производительность для организации граничных сегментов сетей IP/MPLS. Соответствующая требованиям NEBS система централизованно обрабатывает 400 млн. пакетов/с.

IP/ MPLS (Multiprotocol Label Switching) - технология многопротокольной коммутации меток, построена по иерархической двухуровневой архитектуре, включающей опорный слой (ядро) MPLS-коммутации IP-трафика и граничный слой, несущий основную нагрузку по обслуживанию абонентов и составляет основной "интеллект" сети.

Основные преимущества технологии IP/MPLS:

- Более высокая скорость продвижения IP-пакетов по сети за счет сокращения времени обработки маршрутной информации.
- Возможность организации информационных потоков в каналах связи. С помощью меток каждому информационному потоку (например, несущему телефонный трафик) может назначаться требуемый класс

обслуживания (CoS). Потoki с более высоким CoS получают приоритет перед всеми другими потоками. Таким образом, с помощью MPLS обеспечивается качество обслуживания (QoS), присущее сетям SDH и ATM. [14]

Выбранный маршрутизатор Cisco 7603 обеспечивает нужную надежность и производительность чтобы обеспечить работоспособность сети.

5.2 Оборудование уровня агрегации

Главной функцией данного уровня является маршрутизация, фильтрация, а также установление правил доступа трафика к уровню ядра. На данном уровне предлагается использовать коммутатор серии Cisco Catalyst 3750.

Коммутаторы семейства Cisco Catalyst 3750, включающие в себя множество инновационных возможностей, предназначены для средних предприятий и отделений крупных корпораций. Они отличаются простотой использования и самой высокой отказоустойчивостью среди стекируемых коммутаторов. Повышенная эффективность локальной сети при использовании стекирования достигается благодаря технологии Cisco StackWise.[16]

Благодаря новой технологии Cisco StackWise можно объединить до 9 коммутаторов в один стек, что позволит увеличить количество портов 10/100 Мбит/с или 10/100/100 Мбит/с до 468 либо получить 9 портов по 10 Гбит/с. При установке и соединении нового коммутатора в стек управляющий коммутатор будет загружать автоматически на него использующуюся версию ПО и установит текущие настройки.

Кроме того, коммутаторы серии Cisco Catalyst 3750 имеют высокую надежность, отказоустойчивость и позволяют установить резервирование по схеме 1:n. Коммутаторы, объединенные в стек, будут считаться единичным узлом при обнаружении в сетях. В коммутаторах установлен механизм для автоматического восстановления работы портов при отключении из-за ошибок.

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Коммутаторы этой серии могут передавать электрическую энергию по сетям Ethernet (технология PoE), что позволяет как передавать данные по витой паре, так и обеспечивать питанием конечные устройства, такие как IP-телефоны.

В этой серии также были расширены функции QoS. На основе механизма определения правил использования ресурсов можно создавать очереди. Также, при любых настройках QoS, быстродействие не снижается.

Безопасность основана на протоколе IEEE 802.1x, который разрешает создавать правила для доступа к любому порту коммутатора, включая аутентификацию пользователя, поддерживается с настройками VLAN, что позволяет динамически распределять VLAN вне зависимости от места подключения пользователя, а технология Private VLAN Edge разрешает изолировать порты коммутатора друг от друга.

Коммутаторы поддерживают Cisco IOS, технологию Service assurance agent, протоколы 802.1q на всех портах. Существует возможность подключать до 255 VLAN на один коммутатор/стек.

Общие характеристики семейства Cisco Catalyst 3750-X представлены в таблице 5.2:

Таблица 5.2 – Характеристики Cisco 3750-X-24T-S

Характеристика	Описание
1	2
Порты	10BaseT: RJ-45, 2 пары категории 3, 4 или 5 100BaseTX: RJ-45, 2 пары категории 5 100Base-FX: MT-RJ, оптоволокно 50/125 или 62.5/125 мкр 1000BaseT (вкл. SFP): RJ-45, 2 пары категории 5 1000BaseSX, LX/LH, ZX и CWDM SFP: разъемы LC 10GBASE-ER-XENPAK 10GBASE-LR XENPAK Порт управления: кабель RJ-45-to-DB9.
Матрица коммутации	160 Гбит/с
Производительность	38.7 Mbbs Оперативная память – 128 Мб

Окончание таблицы 5.2

1	2
Порты консольные	1 CON/1 AUX порт RJ-45
Стандарты	IEEE 802.1s IEEE 802.1w IEEE 802.1x IEEE 802.3ad IEEE 802.3ah (100BASE-X single/multimode fiber only) IEEE 802.3x full duplex on 10BASE-T, 100BASE-TX, and 1000BASE-T ports IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol IEEE 802.1p CoS Prioritization IEEE 802.1Q VLAN IEEE 802.3 10BASE-T specification IEEE 802.3u 100BASE-TX specification IEEE 802.3ab 1000BASE-T specification IEEE 802.3z 1000BASE-X specification RMON I и II, SNMPv1, v2 и v3.
Высота RM UNIT	1U

Предлагается использовать Cisco Catalyst 3750-X-24T-S. Cisco Catalyst 3750-X - гигабитные стэковые коммутаторы enterprise уровня с возможностями маршрутизации, избыточным питанием и с 10-гигабитными аплинками для организации мощного сетевого центра.

5.3 Оборудование уровня доступа

Коммутаторы серии Cisco Catalyst 2960-х – гигабитные коммутаторы имеющие низкую стоимость, включающие высокую надежность, масштабируемость, защищенность и низкую энергетическую потребность. Данные устройства имеют фиксированную конфигурацию, которая обеспечивает Fast Ethernet и Gigabit Ethernet подключения, снабжена встроенной системой управления безопасностью, а также имеют средства для обеспечения QoS.

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Коммутаторы серии Cisco Catalyst имеют встроенное приложение Express Setup, которая является функцией для автоматического управления QoS, которая обеспечивает обнаружение в сетях VoIP IP-телефоны и автонастраивает для них параметры QoS.

Коммутаторы поддерживают протоколы UDLD и Aggressive UDLD, с их помощью можно отключить сбойные участки волоконно-оптической линии. Также присутствует механизм автоматического восстановления работы портов если они отключались из-за ошибок в сети.

С помощью функции Cisco CIR можно ограничить полосу пропускания с шагом 8 Кбит/с на основе IP-адресов, MAC-адресов, классов трафика и других механизмов для определений правил использования ресурсов сети.

Основные характеристики коммутаторов серии Cisco Catalyst 2960-х представлены в таблице 5.3:

Таблица 5.3 – Характеристики серии Cisco Catalyst 2960-х

Характеристика	Описание
1	2
Порты	24/48 10/100/1000 Ethernet портов
uplink	2/4 SFP+ портов
Коммутационная матрица	16 Gbps для (Catalyst 2960-24TT, Catalyst 2960-24TC, Catalyst 2960-48TT, Catalyst 2960-48TC); 32 Gbps для (Catalyst 2960G-24TC, Catalyst 2960G-48TC).
Производительность	Catalyst 2960-48TT: 10.1 Mpps Catalyst 2960-48TC: 10.1 Mpps Catalyst 2960G-24TC: 35.7 Mpps Catalyst 2960G-48TC: 39.0 Mpps 64 MB DRAM 32 MB flash memory.
Габариты и вес	Cisco Catalyst 2960-24TT: (4.4 x 44.5 x 23.6 см) 3,6 кг Cisco Catalyst 2960-48TT: (4.4 x 44.5 x 23.6 см) 3,6 кг Cisco Catalyst 2960-24TC: (4.4 x 44.5 x 23.6 см) 3,6 кг Cisco Catalyst 2960-48TC: (4.4 x 44.5 x 23.6 см) 3,6 кг

Окончание таблицы 5.3

1	2
Стандарты	IEEE 802.1s IEEE 802.1w IEEE 802.1x IEEE 802.3ad IEEE 802.3ah (100BASE-X single/multimode fiber only) IEEE 802.3x full duplex on 10BASE-T, 100BASE-TX, and 1000BASE-T ports IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol IEEE 802.1p CoS Prioritization IEEE 802.1Q VLAN IEEE 802.3 10BASE-T specification IEEE 802.3u 100BASE-TX specification IEEE 802.3ab 1000BASE-T specification IEEE 802.3z 1000BASE-X specification RMON I и II, SNMPv1, v2 и v3.
PoE+	До 740 Вт

Основные особенности:

- Стекирование по технологии FlexStack-Plus;
- Пониженное; энергопотребление и расширенные функции управления электропитанием
- Встроенные функции NetFlow-Lite;
- LAN Base и LAN Lite Cisco IOS для 2960-X. [17]

Для проектируемой сети предполагается установить cisco WS-C2960X-48TS-LL, так как этот вариант имеет нужно (48) количество Ethernet портов, имеет достаточно мощную производительность.

5.4 Шлюз VoIP

Alcatel-Lucent 7520 Media Gateway — это шлюз VoIP, оптимизирован для передачи голоса поверх IP, 7520 Media Gateway может кодировать,

декодировать, удалять эхо, генерировать и находить тона, был разработан чтобы работать не только как голосовой шлюз, но и как Media gateway контроллер. [18]

Преимуществами 7520 Media Gateway являются:

- Услуги операторского уровня;
- Поддержка стандартизованных открытых интерфейсов и протоколов Европейского института телекоммуникационных стандартов, Американского национального института стандартов;
- Обеспечивает выполнение пользовательских услуг при высоком качестве;
- Высокая масштабируемость, которая обеспечивается за счет расширения плотностей портов.

Обладая высокой плотностью, 7520 Media Gateway уменьшает объем помещения, объем помещения, который занимает оборудование, а также поддерживает оборудование компании Cisco, что стало причиной выбора VoIP шлюза.

5.5 Оборудование IPTV

Для реализации IPTV необходима центральная станция - это серверный программно-аппаратный комплекс, который принимает, хранит и записывает контент, управляет услугами и абонентами. [19]

Harmonic Proview 7100 будет использоваться в виде спутникового потокового приемника. Harmonic Proview 7100 - многоформатный интегрированный приемник-дешифратор (IRD объемом 2 стойкоместо. Выбранный IRD имеет функцию транскодирования ТВ качества MPEG-4 AVC (H.264), MPEG-2, что обеспечивает простую и экономичную реализацию IPTV. Устройство является полностью интегрированной платформой, объединяющей

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

функции приема с ремультимплексированием. В таблице 5.4 представлены основные характеристики Proview 7100:

Таблица 5.4 – Основные характеристики Proview 7100

Характеристика	Описание
Входные интерфейсы	DVB-S DVB-S2 ASI MPEG через IP
Выходные интерфейсы	ASI MPEG через IP
Форматы дешифровки	MPEG-2 SD, 4:2:0 MP @ ML MPEG-2 HD, 4:2:0 MP @ ML MPEG-4 AVC SD, MP @ L3 MPEG-4 AVC HD, MP @ L4.0 / HP @ 4.0
Видеоформаты	1080i @ 29.97, 30, 25 кадров/с 720p @ 59.94, 50, 60 кадров/с 480i @ 29.97 кадров/с 576i @ 25 кадров/с 480p @ 59.94 кадров/с

Технология детерминированного ремультимплексирования SFN позволяет снизить используемую полосу пропускания спутника до 90%, а также повышает гибкость архитектуры в региональных распределенных сетях DVB-T SFN. В таблице 5.4 представлены основные характеристики Proview 7100. [20]

Для передачи сигнала в IP сеть необходимо использовать платформу Prostream 9100. IP-модули ввода-вывода ProStream 9100 обеспечивают пропускную способность 1 Гбит и поддерживают до 250 служб мультимплексирования и скремблинга. Для входов ASI и 8VSB доступны отдельные модули. Имеет функцию ультраплотного транскодирования 60 ТВ-каналов SD или 20 ТВ-каналов HD MPEG-2 и MPEG-4.

Также к оборудованию центральной станции относятся сервер HP ProLiant DL360e Gen9, который будет выполнять функцию Middleware сервера. Middleware - промежуточное программное обеспечение, которое управляет элементами контроля над пользователем, контентом и услуг.

HP ProLiant DL360 Gen9 - двухпроцессорный сервер формата 1U, имеющий высокую производительность. Основными функциями являются обеспечение гибкости, управляемости. В таблице 5.5 представлены характеристики сервера HP ProLiant DL360 Gen9.

Таблица 5.5 – Характеристики сервера ProLiant DL360 Gen9

Характеристика	Описание
Количество процессоров	2
Количество ядер	8
Блок питания	Резервный блок питания с возможностью горячей замены
Максимальный объем памяти	384 ГБ
Слоты для памяти	12 слота DIMM
Тип памяти	DDR3 RDIMM, LRDIMM или UDIMM

Сервер ProLiant DL360 обеспечивает достаточную надежность, удобства обслуживания, которые делают его отличным вариантом для решения задач в высокопроизводительных вычислительных средах. [21]

5.6 Firewall

Firewall, Межсетевой экран или сетевой экран — это комплекс аппаратных и программных средств, который внедряют в компьютерную сеть для осуществления контроля и фильтрации сетевых пакетов, которые проходят через него, в соответствии с установленным набором правил.

Главной функцией Firewall является защита сети или её отдельных узлов от несанкционированного доступа. Также сетевые экраны часто называют фильтрами, так как их основная задача — не пропускать (фильтровать) пакеты, не подходящие под критерии, определённые в конфигурации.

Cisco ASA (Adaptive Security Appliance) — линейка, состоящая из межсетевых экранов, разработанная компанией Cisco Systems.

- Сетевые экраны Cisco Asa имеют следующие возможности;
- Межсетевое экранирование при учете состояний соединений;
- Анализ протоколов прикладного уровня;
- Трансляция IP адресов;
- IPsec VPN;
- Протоколы динамической маршрутизации.

Был выбран сетевой экран Cisco ASA 5555-K8. Сетевые экраны из серии Cisco ASA 5500 Series легко устанавливаются и настраиваются в сети, обеспечивает безопасность унифицированных коммуникаций (передача голосовых и видеоданных), VPN с поддержкой SSL и IPsec, имеет возможность подключать систему предотвращения вторжения (IPS) и систему безопасности контента. Благодаря встроенным новым технологиям, сетевые экраны Cisco ASA могут предотвратить сетевые атаки. [22]

В таблице 5.6 представлены основные характеристики сетевого экрана Cisco ASA 5555-K8.

Таблица 5.6 – Основные характеристики межсетевого экрана Cisco ASA 5555-K8

Характеристика	Описание
ввод-вывод, Мбит/с	1 500
Число одновременных соединений	650 000
Максимальное число IPsec-соединений	5 000
Максимальное число соединений SSL VPN	5 000

Как видно из таблицы характеристик, выбранный сетевой экран удовлетворяет заданным требованиям.

5.7 Оборудование для серверов

В качестве Web, Billing и AAA сервером будут работать 3 сервера HP Proliant DL80 Gen9. HP Proliant DL80 Gen9 – бюджетный сервер,

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

предназначенный для монтажа в стойку. Может выполнять важные функции, при этом является экономическим решением. В таблице 5.7 представлены основные характеристики HP Proliant DL80 Gen9. [23]

Таблица 5.7 – Основные характеристики HP Proliant DL80 Gen9

Характеристика	Описание
Количество процессоров	1 или 2
Блок питания	(2) устройства начального уровня
Слоты для памяти	8 слотов DIMM
Сетевой контроллер	Ethernet 361i, 1 Гбит/с
Форм-фактор	2U
Максимальный объем памяти	256 ГБ
Количество ядер процессора	4, 6, 8, 10 или 12

Являясь бюджетным вариантом, сервер HP Proliant DL80 Gen9 отвечает заданным требованиям производительности.

6 ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ СВЯЗИ

Одной из основных задач является проектирование схемы организации связи. На рисунке 6.1 представлена проектируемая схема организации связи:

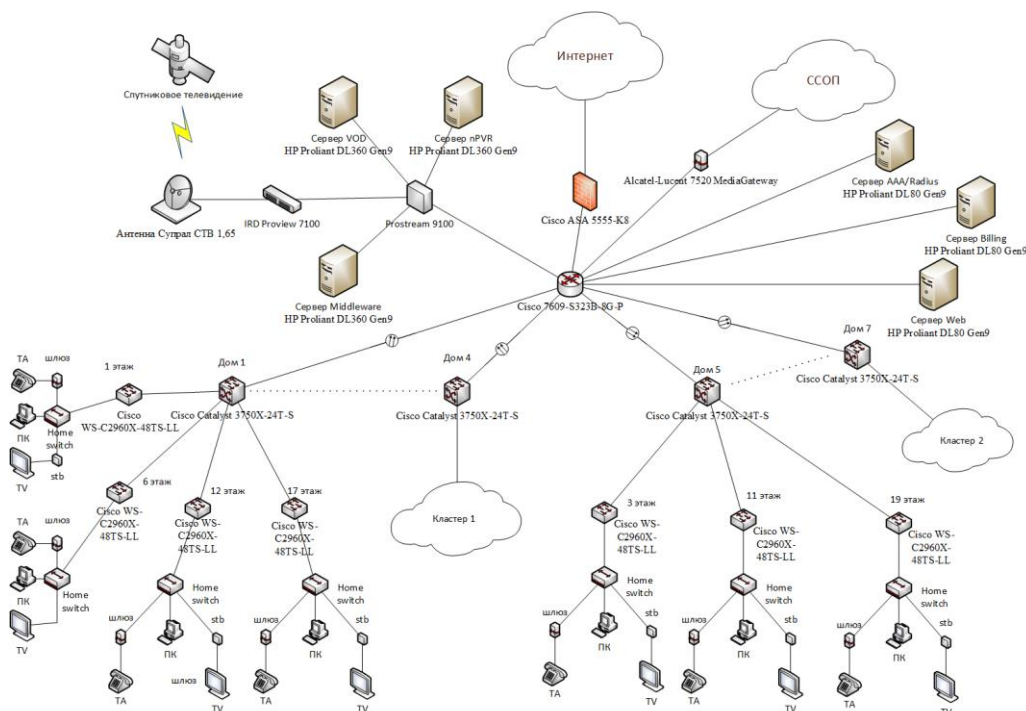


Рисунок 6.1 – Проектируемая схема организации связи

Здания с 1 по 4 и с 5 по 7 имеют одинаковое строение, поэтому на проектируемой схеме организации связи представлены подключения зданий 1 и 5.

К ядру, маршрутизатору Cisco 7609-S323B-8G-P, подключены напрямую 3 сервера, коммутаторы агрегации, сетевой экран, шлюз VoIP и станция IPTV.

Сервер AAA/Radius - реализует аутентификацию, авторизацию и сбор сведений пользователя. Billing сервер является автоматизированной системой расчетов, он выполняет такие функции как расчетные операции, информационные и финансовые обслуживания. Web сервер нужен для предоставления доступа абонентам к личному кабинету.

К платформе Prostream 9100 подключаются 3 сервера и IRD Proview 7100. IRD принимает и декодирует сигнал, а Prostream 9100 преобразовывает полученные потоки в мультикаст и вещает его в сеть. Middleware - это промежуточное программное обеспечение, связывающее интерфейс абонентских STB с остальным комплексом.

Коммутаторы агрегации Cisco Catalyst 3750X-24T-S располагаются на техническом этаже каждого здания, к ним подведен от ядра оптический кабель, а с них на коммутаторы доступа идет медных кабель.

Коммутаторы доступа Cisco WS-C2960X-48TS-LL различается по расположению: в первом случае в домах 1-4 коммутаторы доступа находятся на 1, 2, 12, 17 этажах, в то время как в зданиях второго типа они расположены на 3, 11, 19 этажах.

Участок от устройства ядра до коммутаторов агрегации является трассой, где прокладывается оптический кабель. На рисунке 6.2 представлена проектируемая схема трассы прокладки кабеля.

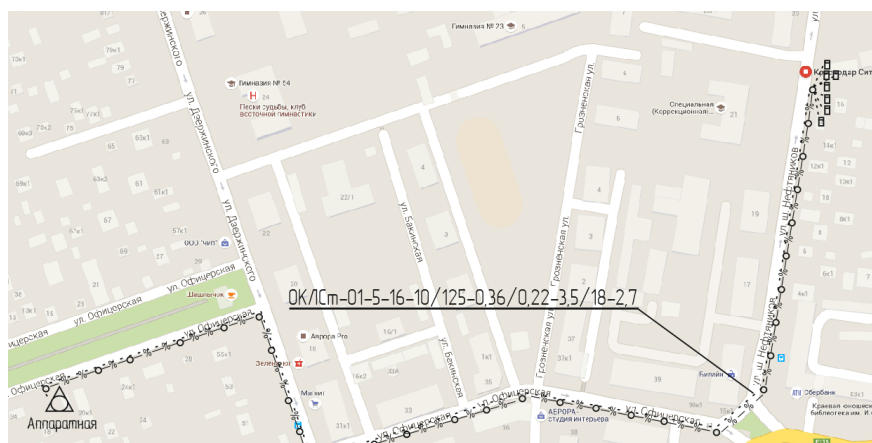


Рисунок 6.2 – Проектируемая схема трассы прокладки кабеля

Оптический кабель ОК/См-01-5-16-10/125-0,36/0,22-3,5/18-2,7 проложен в существующей кабельной канализации до момента, где он переходит шахту здания

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

7 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЯТЫХ РЕШЕНИЙ

7.1 Оценка капитальных вложений в проект

К капитальным вложениям можно отнести любые затраты, которые вносятся на начальном этапе строительства сети, и имеющие единовременный характер. К капитальным вложениям можно внести любые предшествующие запуску сети затраты. Для нахождения капитальных вложений необходимо составить смету затрат на оборудование и материалы, которые используются в данном проекте.

Инвестиции в оборудование и на ввод оборудования в эксплуатацию получают при помощи перечисленных ниже составляющих:

- стоимость оборудования;
- установка и монтаж оборудования;
- стоимость кабеля;
- прокладка кабеля в грунт;
- прокладка кабеля в канализации;
- подвеска кабеля;
- прочие непредвиденные расходы.

Общие вложения в оборудование находятся в зависимости от проектируемого объема станции и удельных затрат на одну пользовательскую линию. Нужно учитывать, что приобретая новую станцию идет уменьшение удельных затрат. Если проектирование осуществляется на базе отечественного и импортного оборудования, то объемы капиталовложений должны быть указаны в рублях и иностранной валюте (при расчетах в иностранной валюте следует использовать курс ЦБ РФ).

Капитальные вложения являются сметой затрат на осуществление проекта и включают в себя всю нужную коммуникационную аппаратуру

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

(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 приобретенное оборудование можно найти по следующей формуле:

$$K_{об} = \sum_{i=1}^N K_i, \text{ руб.}, \quad (7.1)$$

где $K_{об}$ - суммарный объем затрат на приобретение оборудования, руб,

K_i – общая стоимость одной позиции (типа оборудования),

N – количество позиций.

Расчет капитальных вложений на оборудование и ввод в эксплуатацию линейно-кабельных сооружений представлен в таблице 7.1.

Таблица 7.1 - Смета затрат на приобретение оборудования

№	Наименование	Количество	Стоимость единицы (руб.)	Всего затрат (руб.)
1	2	3	4	5
1	Cisco Catalyst 3750X-24T-S [24]	7	154500	1081500
2	Cisco 7609-S323B-8G-P [25]	1	784210	784210
3	Cisco WS-C2960X-48TS-LL [26]	25	101000	2525000
4	Alcatel-Lucent 7520 MediaGateway [27]	1	880000	880000
7	Proview 7100 [28]	1	323500	323500
8	ProStream 9100 [29]	1	582000	582000
9	Антенна Супрал СТВ 1,65 [30]	1	17500	17500
10	LACGLX Cisco SFP 1000BASE-LX single-mode 1310 nm [31]	16	14670	205380

Окончание таблицы 7.1

1	2	3	4	5
11	Cisco ASA 5555-K8 [32]	1	615000	615000
12	HP Proliant DL360 Gen9 [33]	3	220890	662670
13	HP Proliant DL80 Gen9 [34]	3	71000	213000
14	Источник бесперебойного питания APC SUA2200I [35]	2	13000	26000
Итого				7928760

В таблице 7.2 представлена Стоимость установки оборудования и прокладки линии связи

Таблица 7.2 - Стоимость установки оборудования и прокладки линии связи

Наименование	Кол-во единиц	Стоимость (руб.)	
		за единицу	Всего
ОКЛСт-01-5-16-10/125-0,36/0,22-3,5/18-2,7, м [36]	1850	32	60800
Кабель UTP cat 6 , м [37]	584	27	15768
Антивандальный шкаф AESP RECW-126AV SignaPro [38]	33	18000	594000
Стойка "19 дюймов" двухрамная 30U, серая, БГ-СД-30U [39]	2	6 550	13100
Итого			683668

Затраты на прокладку кабеля составят:

$$K_{\text{каб}} = L * Y \quad (7.2)$$

где L – длина трассы прокладки кабеля,

Y – стоимость 1 м. прокладки кабеля.

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$K_{\text{каб}} = 1850 * 200 = 370000 \text{ руб.}$$

Таким образом, общие капитальные вложения рассчитываются как:

$$KB = (K_{\text{пр}} + K_{\text{тр}} + K_{\text{смп}} + K_{\text{т/у}} + K_{\text{зср}} + K_{\text{нпр}}) * K_{\text{об}} + K_{\text{лс}} + K_{\text{каб}}, \text{ руб.} \quad (7.3)$$

где $K_{\text{пр}}$ – Затраты на приобретение оборудования,

$K_{\text{тр}}$ – транспортные расходы в т.ч. таможенные расходы (4% от $K_{\text{пр}}$);

$K_{\text{смп}}$ – строительно-монтажные расходы (20% от $K_{\text{пр}}$),

$K_{\text{т/у}}$ – расходы на тару и упаковку (0,5% от $K_{\text{пр}}$),

$K_{\text{зср}}$ – заготовительно-складские расходы (1,2% от $K_{\text{пр}}$),

$K_{\text{нпр}}$ – прочие непредвиденные расходы (3% от $K_{\text{пр}}$).

$$KB = (7928760 + 683668) * (0.04 + 0.2 + 0.03 + 0.012 + 0.005) + (7928760 + 683668) + 370000 = 11454195, \text{ руб.}$$

В результате рассчитано, что для проектирования МСС нужны инвестиции равные 11 454 195 рублей.

7.2 Калькуляция эксплуатационных расходов

Расходы на производство и предоставления услуг – эксплуатационные расходы. К эксплуатационным расходам относятся любые расходы на обслуживание сети, а также ее содержание. Эти расходы имеют текущий характер. Эксплуатационные расходы являются себестоимостью услуг связи в денежном варианте.

Для нахождения эксплуатационных расходов по проектированию используют перечисленные статьи:

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. затраты на оплату труда;
2. страховые взносы;
3. амортизация основных фондов;
4. материальные затраты;
5. прочие производственные расходы.

Состав персонала представлен в таблице 7.3:

Таблица 7.3 – Состав персонала по обслуживанию оборудования

Наименование должности	Оклад	Количество, чел.	Сумма з/п, руб.
Ведущий инженер	30000	1	30000
Инженер кат. 1	25000	1	25000
Инженер-программист.	20000	1	20000
Монтажник	25000	4	100000
Итого:		7	175000

Годовой фонд оплаты труда для персонала находится по формуле 7.4:

$$\Phi OT = \sum_{i=1}^K (T * P_i * I_i) * 12, \text{ руб.} \quad (7.4)$$

где I_i – количество работников каждой категории,

P_i – заработная плата работника каждой категории, руб,

12 – количество месяцев,

T – коэффициент премии (так как премии не предусмотрены, то $T=1$).

$$\Phi OT = (30000+25000+20000+100000)*12 = 2100000, \text{ руб.}$$

С 1 января 2010 года каждое предприятие обязано выплачивать страховые взносы. На 2016 год этот показатель составляет порядка **30%** от заработной платы.

$$CB = \Phi OT * 0.3, \text{ руб.} \quad (7.5)$$

где ΦOT – годовой фонд оплаты, руб.

$$CB = 2100000 * 0.3 = 630000, \text{ руб.}$$

Самым распространенным способом оценки амортизации является учет амортизации, составленный исходя из общего срока службы основных фондов:

$$AO = T / F, \text{ руб.} \quad (7.6)$$

где T – стоимость оборудования,

F – срок службы этого оборудования.

$$AO = 7928760 / 10 = 792876, \text{ руб.}$$

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

а) затраты на оплату электроэнергии определяются в зависимости от мощности стационарного оборудования:

$$Z_{эн} = T * 24 * 365 * P, \text{ руб.} \quad (7.7)$$

где T – тариф на электроэнергию (руб./кВт · час) [40],

P – мощность установок (кВт).

$$Z_{эн} = T * 24 * 365 * P_{4,12} * 24 * 365 * 3,5 = 126320, \text{ руб.}$$

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

$$Z_{мз} = KB * 0,035, \text{ руб.} \quad (7.8)$$

где KB – капитальные вложения, затраты на оборудование.

$$Z_{мз} = 10352350 * 0,035 = 362323, \text{ руб.}$$

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Общие материальные затраты равны:

$$Z_{\text{общ}} = Z_{\text{эн}} + Z_{\text{мз}}, \text{ руб.} \quad (7.9)$$

где $Z_{\text{эн}}$ – затраты на оплату электроэнергии,

$Z_{\text{мз}}$ – материальные затраты.

$$Z_{\text{общ}} = 126320 + 362323 = 488652, \text{ руб.}$$

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

$$Z_{\text{пр}} = \text{ФОТ} * 0.15, \text{ руб.} \quad (7.10)$$

$$Z_{\text{эк}} = \text{ФОТ} * 0.25, \text{ руб.} \quad (7.11)$$

где ФОТ – годовой фонд оплаты труда.

$$Z_{\text{пр}} = 2100000 * 0.15 = 315000, \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{эк}} = 2100000 * 0.25 = 525000, \text{ руб.}$$

Результаты расчета годовых эксплуатационных расчетов сводятся в общую таблицу 7.4.

Таблица 7.4 – Годовые эксплуатационные расходы

Наименование затрат	Сумма затрат, руб.	Удельный вес статей, %
1. ФОТ	2100000	44.1
2. Страховые взносы	630 000	13.2
3. Амортизационные отчисления	792876	14.9
4. Материальные затраты	488652	10.2
5. Прочие расходы	840000	17.6
ИТОГО	4851528	100

Рассчитано, что годовые расходы составляют 4851528 рублей.

7.3 Калькуляция доходов

Выбор размера абонентской платы и стоимости оплаты за подключение рассчитывался, опираясь на аналогичные тарифы у имеющих в городе конкурирующих операторов.

В таблице 7.5 представлены тарифы на услуги связи ПАО «Ростелеком» в г. Краснодар. [41, 42]

Таблица 7.5 – Цены предоставляемых услуг связи ПАО «Ростелеком»

Телефонная связь	Интернет			IP-TV
	До 30 мБит/с	До 50 мБит/с	До 100 мБит/с	
360	340	440	540	500

В таблице 7.6 представлено планируемое количество подключений абонентов в год на протяжении 10 лет.

Таблица 7.6 – Количество подключаемых абонентов в год

Год	Число подключаемых абонентов
1	2
1	340
2	230
1	2
3	115
4	90
5	75
6	50
7	47
8	36
9	27
10	19

Для расчета доходов необходимо ввести тарификацию на использование различных предоставляемых услуг. В таблице 7.7 приведены тарифы для

юридических и физических лиц, т.е. плата за подключение и пользование различными услугами.

Таблица 7.7 – Тарифы для абонентов

Наименование предоставляемых услуг	Стоимость, руб.
Абонентская плата за подключение	0
IP-телефония	350
Доступ к сети Интернет	450
IP-TV	500

Годовой доход за предоставление абонентам доступа к различным услугам рассчитывается как:

$$D_{год} = \sum_{i=1}^J N_i * B_i * 12 \quad (7.12)$$

где N – размер абонентской платы за конкретный вид услуги в месяц,

B – количество абонентов, пользующихся конкретной услугой.

В таблице 7.8 представлены доходы от подключения абонентов по годам:

Таблица 7.8 – Доходы от подключения абонентов по годам

Абоненты		Доход				
Год	Число	Абонентская плата IP-телефония	Абонентская плата Интернет	Абонентская плата IP-TV	Итого	Итого в год
1	2	3	4	5	6	7
1	340	63750	153000	127500	344250	4131000
2	230	43250	103500	86500	233250	2799000
3	115	21750	51750	43500	117000	1404000
4	90	17000	40500	34000	91500	1098000

Окончание таблицы 7.8

1	2	3	4	5	6	7
5	75	14250	33750	28500	76500	918000
6	50	9500	22500	19000	51000	612000
7	47	9000	21150	18000	48150	577800
8	36	6750	16200	13500	36450	437400
9	28	5250	12600	10500	28350	340200
10	19	3750	8550	7500	19800	237600

Из 100% пользователей, предполагается, что только 75% физических лиц дополнительно (кроме доступа к сети интернет) подключили себе IP-телефонию и IP-TV.

7.4 Определение оценочных показателей проекта

Одной из главных необходимостей является нахождения показателей периода окупаемости проекта, то есть тот период, когда реализованный проект начинает приносить прибыль.

Для оценки срока окупаемости можно воспользоваться принципом расчета чистого денежного дохода (NPV), который показывает величину дохода на конец *i*-го периода времени. Данный метод основан на сопоставлении величины исходных инвестиций (IC) с общей суммой дисконтированных чистых денежных поступлений (PV) за весь расчетный период. Иными словами, этот показатель представляет собой разность дисконтированных показателей доходов и инвестиций, рассчитывается по формуле (7.13):

$$NPV = PV - IC, \quad (7.13)$$

где PV – денежный доход, рассчитываемый по формуле (7.14),

IC – отток денежных средств в начале *n*-го периода, рассчитываемый по формуле (7.15)

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$PV = \sum_{n=0}^T \frac{P_n}{(1+i)^n}, \quad (7.14)$$

где P_n – доход, полученный в n -ом году,

i – норма дисконта,

T – количество лет, для которых производится расчет.

$$IC = \sum_{n=0}^m \frac{I_n}{(1+i)^n}, \quad (7.15)$$

где I_n – инвестиции в n -ом году,

i – норма дисконта,

m – количество лет, в которых производятся выплаты.

В формулах (7.14) и (7.15) $n=0$, т.к. 0 год - это год на ввод сети в эксплуатацию. В этот год доходы отсутствуют, а присутствуют только затраты на закупку оборудования и оплату годовых расходов.

Ставка дисконта — это ожидаемая ставка дохода на вложенный капитал в сопоставимые по уровню риска объекты инвестирования на дату оценки.

Используемая ставка дисконта составляет приблизительно 8 %. Нулевым годом считается год реализации проекта.

Для расчета дохода в определенный год нужно рассчитать:

$$P_i = P_{\text{подкл}(i)} + P_{\text{аб}(i)} + \sum_{i=2}^T P_{\text{подкл}(i-1)} - P_{\text{аб}(i-1)}, \quad (7.16)$$

где $P_{\text{подкл}(i-1)}$, $P_{\text{аб}(i-1)}$ - доходы от подключения абонентов и доход от абонентской платы за год

T – расчетный период.

В таблице 7.9 приведены расчеты NPV для проекта.

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 7.9 – Оценка экономических показателей проекта с учетом дисконта

Год	Расходы(I)	Доходы (P)	PV	IC	NPV
0	11454195	0	0	11454195	-11454195
1	4851528	4131000	3825000	15946351	-12121351
2	4851528	6930000	9766359	20105755	-10339396
3	4851528	8334000	16382157	23957055	-7574898
4	4851528	9432000	23314959	27523073	-4208114
5	4851528	10350000	30358996	30824942	-465946
6	4851528	10962000	37266916	33882228	3384688
7	4851528	11539800	44000279	36713048	7287231
8	4851528	11977200	50471188	39334178	11137010
9	4851528	12317400	56632955	41761150	14871805
10	4851528	12555000	62448350	44008347	18440003

Как видно из приведенных в таблице 7.9 рассчитанных значений, проект окупиться на 6 году эксплуатации, так как в конце 6 года мы имеем положительный NPV.

Срок окупаемости (PP) – характеристика, которая показывает промежуток времени от момента начала проектирования до того момента эксплуатации сети, когда доходы становятся равными изначальным инвестициям и может приниматься как с учетом факта времени, так и без него.

Показатель срока окупаемости без учета фактора времени применяется в том случае, когда равные суммы доходов, полученные в разное время, рассматриваются равноценно.

Точный срок окупаемости можно рассчитать по формуле:

$$PP = T + \frac{|NPV_{n-1}|}{(|NPV_{n-1}| + NPV_n)}, \quad (7.17)$$

где T – значение периода, когда чистый денежный доход меняет знак с «-» на «+»,

NPV_n – положительный чистый денежный доход в n году,

NPV_{n-1} – отрицательный чистый денежный доход по модулю в n-1 году.

$$PP = 6 + \left| -465946 / (-465946 + 3384688) \right| = 6,12, \text{ года.}$$

Исходя из этого, срок окупаемости, отсчитанный от начала операционной деятельности (конец нулевого года), составляет 6,12 года.

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

$$PI = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} / \sum_{n=1}^m \frac{I_n}{(1+i)^{n-1}}. \quad (7.18)$$

$$PI = 44000279/36713048 = 1,19$$

Так как $PI > 1$, то проект следует принимать. Индекс PI следует рассчитывать для момента, когда проект окупается. Если необходимо вычислить рентабельность в %, то необходимо из PI вычесть 1.

Внутренняя норма доходности (IRR) – норма прибыли, порожденная инвестицией. Это та норма прибыли, при которой чистая текущая стоимость инвестиции равна нулю, или это та ставка дисконта, при которой дисконтированные доходы от проекта равны инвестиционным затратам. Внутренняя норма доходности определяет максимально приемлемую ставку дисконта, при которой можно инвестировать средства без каких-либо потерь для собственника.

Экономический смысл показателя IRR заключается в том, что предприятие может принимать любые решения инвестиционного характера, уровень рентабельности которых не ниже цены капитала. Чем выше IRR , тем больше возможностей у предприятия в выборе источника финансирования. Иными словами, что он показывает ожидаемую норму доходности (рентабельность инвестиций) или максимально допустимый уровень

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

инвестиционных затрат в оцениваемый проект. IRR должен быть выше средневзвешенной цены инвестиционных ресурсов:

$$IRR > i, \quad (7.19)$$

где i – ставка дисконтирования.

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

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1), \quad (7.20)$$

где i_1 – значение табулированного коэффициента дисконтирования, при котором $NPV > 0$,

i_2 – значение табулированного коэффициента дисконтирования, при котором $NPV < 0$.

$$IRR = 8 + ((3384688 / (3384688 - (-7857))) * (0,54 * 100 - 8)) = 53,89 \%$$

Таким образом, внутренняя норма доходности проекта составляет 53,89%, что больше цены капитала, которая рассматривается в качестве 8%, таким образом, проект следует принять. В случае если, $IRR < i$ проект нецелесообразен для реализации.

7.5 Результаты технико-экономического анализа

В данном разделе произведена оценка капитальных вложений в предлагаемый проект и калькуляция эксплуатационных расходов.

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

Рассчитанные технико-экономические показатели на конец расчетного периода сведены в таблицу 7.10:

Таблица 7.10 – Основные технико-экономические показатели проекта

Показатели	Численные значения
Количество абонентов, чел	1030
Капитальные затраты, руб	11438797
Ежегодные эксплуатационные расходы, руб,	4851528
в том числе:	
Расходы на оплату производственной электроэнергии	126320
Расходы на материалы, запасные части и текущий ремонт	351615
Фонд оплаты труда	2100000
Страховые взносы	630000
Амортизационные отчисления	792876
Общие производственные расходы	488652
Доходы (NPV), руб	3384688
Внутренняя норма доходности (IRR)	53,89%
Индекс рентабельности (PI)	19%
Срок окупаемости, год	6 лет и 2 месяца

Анализ технико-экономических показателей проекта свидетельствует, что при вложении в проектируемую мультисервисную сеть 11438797 рублей проект сможет окупить затраты за 6 лет и 2 месяца. Это показывает, что технико-экономические показатели свидетельствует о достаточной степени эффективности принятых проектных решений при проектировании МСС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данного проекта была реализована основная цель: разработка проекта мультисервистной сети связи для ЖК «Краснодар СИТИ» г. Краснодар для предоставления услуг связи жителям объекта.

Для реализации данного проекта был проведен анализ объекта, подключаемого к информационной сети Интернет, выявлены основные функций проектируемой сети и были исследованы возможные варианты технологий построения МСС для предоставления услуг связи. Результатом исследований стал выбор технологий для проектирования сети, а именно была выбрана технология построения активной оптической линии на основе FTТВ и предоставление таких услуг как доступ в Интернет, IPTV и VoIP.

Был проведен расчет нагрузок и объема оборудования, с помощью которого были определены требования для оборудования МСС.

Оборудование для МСС было выбрано от крупных производителей: маршрутизатор, коммутаторы, сетевой экран от компании Cisco, медиашлюз от Alcatel-Lucent и тд. Эти производители являются лидерами в инфокоммуникационной сфере, что указывает на надежность и качество аппаратуры. Для прокладки были выбраны оптический кабель марки ОКЛСт-01-5-16-10/125-0,36/0,22-3,5/18-2,7 и медный кабель UTP cat. 6.

После анализа технико-экономической составляющей было выявлено, что проект является выгодным с точки зрения экономической части, а все затраченные ресурсы окупается за 6 лет и 2 месяца.

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Девицына, С.Н. Методические рекомендации по выполнению курсового проекта по дисциплине «Цифровые сети связи» для студентов специальности 210406.65 «Сети связи и системы коммутации» / С.Н. Девицына. Белгород: Изд-во БелГУ, 2012 – 15 с.

2. Величко В.В. Телекоммуникационные системы и сети: Учеб. пособие. В 3 томах. Том 3. Мультисервисные сети/ В.В. Величко, Е.А. Субботин, В.В. Шувалов, А.Ф. Ярославцев; под ред. В.П. Шувалова. М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 592 с.

3. Убайдуллаев Р.Р. Волоконно-оптические сети / Р. Р. Убайдуллаев - М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2001. – 268 с.

4. Ершов В. А., Кузнецов Н. А. Мультисервисные телекоммуникационные сети / В. А. Ершов - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. – 224 с.

5. Г. Н. Кузьменко, В. В. Кузнецов, С. М. Чудинов. Принципы построения и методы оценки надежности мультисервисных сетей связи / Г. Н. Кузьменко – М.: Издательство, 2005. – 194с.

6. Технология xDsl [Электронный ресурс]/ <https://ru.wikipedia.org> – свободная энциклопедия/ URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/xdsl> (дата обращения: 06.05.2016)

7. История сетевых телекоммуникаций [Электронный ресурс]/ <https://nethistory.wordpress.com/> – Журнал о сетевых технологиях/ URL: <http://nethistory.wordpress.com/2011/02/01/fttx-pon/> (дата обращения: 06.05.2016)

8. xPON - пассивные оптические сети. [Электронный ресурс]/ <https://neoi.ru/> – сайт компании Neo/ URL: <http://neoi.ru/pon> (дата обращения: 06.05.2016)

9. Ethernet сети городских районов [Электронный ресурс]/ <http://www.atlon.ru/> — сайт ООО «Атлон» - Компьютерные системы/ URL:

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

http://www.atlon.ru/direction/index.php?SECTION_ID=2413 (дата обращения: 06.05.2016)

10. Сетевое оборудование Cisco [Электронный ресурс]/ <http://www.cisco.com> – официальный сайт Cisco/ URL: http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/7603-router/product_data_sheet0900aecd805f7ba3.html/ (дата обращения 15.04.16)

11. Кабель ОКЛСт [Электронный ресурс]/ socom.ru – сайт Самарской Оптической Кабельной Компании/ URL: socom.ru/katalog/ksppg/oklst/ (дата обращения 31.05.2016)

12. Кабель шестой категории [Электронный ресурс]/ <https://ru.wikipedia.org> - свободная энциклопедия/ URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Кабель_категории_6 (дата обращения 31.05.2016)

13. Коммутатор Cisco Catalyst 7600 [Электронный ресурс]/ <http://cisco.ru> – сайт компании cisco Россия/ URL: <http://www.cisco.com/web/RU/products/hw/routers/ps368/index.html> (дата обращения 19.04.16)

14. Сети для самых маленьких [Электронный ресурс]/ <http://habrahabr.ru> — ресурс публикаций Хаббрахабр/ URL: http://habrahabr.ru/post/246425/#ABOUT_MPLS (дата обращения: 06.05.2016)

15. Сервер Сервер HP ProLiant DL360e Gen8 [Электронный ресурс]/ <http://www.proliant.ru> – интернет магазин серверов/ URL: http://www.proliant.ru/catalog/servers/DL/DL360_Gen9.html (дата обращения 07.05.2016)

16. Коммутатор Cisco Catalyst WS-C3750x [Электронный ресурс]/ <http://www.dlink.shop.nag.ru> – магазин NAG/ URL: <http://www.shop.nag.ru/catalog/02392.cisco/11080.3560-x-3750-x/07242.WS-C3750X-24T-S> (дата обращения 19.04.16)

17. Серия коммутаторов Cisco Catalyst 2960-x [Электронный ресурс]/ <http://www.cisco.com> – официальный сайт компании Cisco/ URL:

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

<http://www.cisco.com/c/en/us/products/switches/catalyst-2960-x-series-switches/index.html> (дата обращения 07.05.2016)

18. Alcatel-Lucent 7520 MediaGateway [Электронный ресурс]/ <https://www.alcatel-lucent.com> – сайт компании Alcatel-Lucent/ URL: <https://www.alcatel-lucent.com/products/7520-media-gateway.html> (дата обращения 15.04.16)

19. IPTV [Электронный ресурс]/ <https://ru.wikipedia.org> - свободная энциклопедия. URL:<https://ru.wikipedia.org/wiki/IPTV> (дата обращения 31.05.2016)

20. Платформа EMR 3.0. [Электронный ресурс]/ sumavision-russia.ru/ - сайт компании Sumavision/ URL: sumavision-russia.ru/articles/show/Sumavision_EMR_3.0 (дата обращения 31.05.2016)

21. Сервер HP ProLiant DL360e Gen9 [Электронный ресурс]/ <http://www.proliant.ru> – интернет магазин серверов/ URL: http://www.proliant.ru/catalog/servers/DL/DL360_Gen9.html (дата обращения 07.05.2016)

22. Сетевые экраны Cisco ASA [Электронный ресурс]/ <http://www.cisco.ru> – сайт компании Cisco/ URL: <http://www.cisco.ru/web/RU/products/ps6120/index.html> (дата обращения 07.05.2016)

23. Сервер HP Proliant DL80 Gen9 [Электронный ресурс]/ <http://www.proliant.ru> – сайт компании Proliant/ URL: <http://www.proliant.ru/catalog/servers/DL/dl80gen9.html> (дата обращения 07.05.2016)

24. Цена на Cisco Catalyst WS-C3750X-24-S [Электронный ресурс]/ shop.nag.ru – сайт магазина NAG/ URL: shop.nag.ru/catalog/02392.cisco/11080.3560-x-3750-x/07242.ws-c3750x-24t-s (дата обращения 15.06.2016)

25. Цена на Cisco 7609-S323B-8G-P [Электронный ресурс]/ www.space-

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

telecom.ru – сайт продаж сетевого и серверного оборудования Space Telecom/
URL: www.space-telecom.ru/product/7609-s323b-8g-p (дата обращения 15.06.2016)

26. Цена на Cisco Catalyst 2960X-48TS-LL [Электронный ресурс]/
risenet.ru – сайт магазина сетевого оборудования Risenet/ URL:
risenet.ru/switch/switch-cisco/switch_cisco_2960/c2960_ws-c2960x-48ts-ll (дата обращения 15.06.2016)

27. Цена на Alcatel-Lucent 7520 MediaGateway [Электронный ресурс]/
<https://www.alcatel-lucent.com> – сайт компании Alcatel-Lucent/ URL:
<https://www.alcatel-lucent.com/products/7520-media-gateway.html> (дата обращения 15.04.2016)

28. Цена на Proview 7100 [Электронный ресурс]/ thomasonbbs.com –
сайт онлайн-магазина Thomason Broadband/ URL:
thomasonbbs.com/store/viewPrd.asp?idproduct=2490&idcategory=0 (дата обращения 15.06.2016)

29. Цена на Prostream 9100 [Электронный ресурс]/ thomasonbbs.com –
сайт онлайн-магазина Thomason Broadband/ URL:
thomasonbbs.com/store/pc/viewPrd.asp?idproduct=2428 (дата обращения 15.06.2016)

30. Спутниковая антенна Supral [Электронный ресурс]/ www.satvideo.ru
– сайт интернет-магазина SatVideo/ URL: www.satvideo.ru/prod.php?pid=301
(дата обращения 15.06.2016)

31. Оптический модуль SFP LACGLX Cisco [Электронный ресурс]/
www.conec.su – сайт компании Conetec/ URL:
www.conetec.su/catalog/network_equipment/sfp-modules/cisco-sfp-module/lacglx_cisco_optycheskiy_modul_sfp_1000base_lx_single_mode_1310_do_10_km/ (дата обращения 15.05.2016)

32. Сетевой экран Cisco ASA5550-K8 [Электронный ресурс]/
www.router-switch.com – сайт онлайн-магазина Router-Switch/ URL: www.router-switch.com

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

switch.com/asa5550-k8-p-648.html (дата обращения 15.05.2016)

33. Сервер HP Proliant DL360 Gen9 [Электронный ресурс]/ www.proliant.ru – сайт онлайн-магазина Proliant/ URL: www.proliant.ru/catalog/servers/dl/dl360gen9.html (дата обращения 15.05.2016)

34. Сервер HP Proliant DL80 Gen9 [Электронный ресурс]/ www.proliant.ru – сайт онлайн-магазина Proliant/ URL: www.proliant.ru/catalog/servers/dl/dl80gen9.html (дата обращения 15.05.2016)

35. ИБП APC SUA22001 [Электронный ресурс]/ www.aldi.ru – сайт онлайн-магазина oldi/ URL: www.aldi.ru/catalog/element/0006410 (дата обращения 15.05.2016)

36. Кабель ОКЛСт [Электронный ресурс]/ cable.ru – сайт компании продаж кабелей Кабель.РФ/ URL: Cable.ru/cable/marka-oklst.php (дата обращения 15.05.2016)

37. Кабель UTP 6 [Электронный ресурс]/ <https://www.ulmart.ru> – сайт онлайн-магазина Ulmart/ URL: www.ulmart.ru/goods/335165 (дата обращения 15.05.2016)

38. Антивандальный шкаф AESP RECW-126AV [Электронный ресурс]/ lan-box.ru – сайт продаж сетевого оборудования Lan-Box.ru/ URL: lan-box.ru/catalog/shkafy_nastennye_19/aesp_recw_126av_shkaf_nastennuyu_signapro_12u_635x600x600_mm_antivandalnyu/ (дата обращения 15.05.2016)

39. Стойка «19 дюймов» БГ-СД-30U-2140x560x760-С [Электронный ресурс]/ wtlan.ru – интернет магазин СКС/ URL: wtlan.ru/catalog/montazhnyestoyki/1428 (дата обращения 15.05.2016)

40. Тарифы на электроэнергию в г. Краснодар [Электронный ресурс]/ <http://www.energovorpros.ru> – сайт по тарифам энергоресурсов в России/ URL: <http://www.energovorpros.ru/spravochnik/eektrosnabzhenie/tarify-na-elektroenergiju/197/40942> (дата обращения 15.05.2016)

41. Тарифы на Интернет+ТВ от Ростелеком в г. Краснодар [Электронный ресурс]/ <https://krasnodar.rt.ru> – сайт ростелеком для

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

краснодарской области/ URL: https://krasnodar.rt.ru/packages/tariffs/base_pack
(дата обращения 15.05.2016)

42. Тарифы на телефонию от Ростелеком в г. Краснодар [Электронный ресурс]/ <https://krasnodar.rt.ru> – сайт ростелеком для краснодарской области/
URL: <https://krasnodar.rt.ru/packages/tariffs/local> (дата обращения 15.05.2016)

					11070006.11.03.02.097.ПЗВКР	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		