

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
Г.СОЛНЕЧНОГОРСК**

Выпускная квалификационная работа
обучающейся по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные
технологии и системы связи
заочной формы обучения, группы 07001362
Щеголевой Татьяны Алексеевны

Научный руководитель
ассистент кафедры
Информационно-
телекоммуникационных
систем и технологий
НИУ «БелГУ» Бабаринов С.Л.

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

БЕЛГОРОД 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СЕТИ СВЯЗИ В Г.СОЛНЕЧНОГОРСК.....	6
1.1 Современное положение сетей связи в г.Солнечногорске.....	6
1.2 Понятие NGN и ее услуги.....	7
1.3 Преимущества NGN	9
2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ СЕТИ NGN.....	11
2.1 Подход к построению сети.....	11
2.1.1 Распространенность сетей	14
2.1.2 Стоимость сети	14
2.2 Организация доступа к услугам NGN.....	15
2.2.1 Стандарты IP-телефонии	17
2.3 Взаимодействие сетей IP-телефонии и ССОП.....	18
2.4 Технология Softswitch	20
2.5 Структура Softswitch	23
2.6 Функциональная модель Softswitch	29
2.7 Разработка схемы организации связи	30
3. РАСЧЕТ ТРАФИКА МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ	34
3.1 Расчет трафика телефонии	35
3.2 Расчет трафика видеопотоков.....	37
3.3 Расчет трафика передачи данных	41
3.4 Расчет пропускной способности	45
4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА	46

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Щеголева Т.А.			«Проектирование мультисервисной сети связи в г.Солнечногорск»	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Бабаринов С.Л.					2	66
Рецензент		Парахина Ж.А.				<i>НИУ «БелГУ», гр.07001362</i>		
Н. контр.		Бабаринов С.Л.						
УТВ.		Жиликов Е.Г.						

4.1 Расчет капитальных вложений	46
4.2 Калькуляция эксплуатационных расходов	47
4.3 Определение тарифных доходов	51
5. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	57
5.1 Анализ условий труда в используемом помещении	57
5.2 Освещенность на рабочем месте	62
5.3 Оценка микроклимата	63
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	65
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	66

ВВЕДЕНИЕ

Ведущим направлением развития Российского рынка телекоммуникационных услуг за последние годы является растущая популярность мультисервисных сетей связи.

С целью привлечения новых абонентов и удовлетворения потребности в услугах уже имеющих абонентов, создаются современные сети доступа, обеспечивающие возможность предоставления широкой гаммы услуг

Изменения в структуре телекоммуникационных сетей обусловлены растущей популярностью голосовых и мультимедийных услуг. Операторы данного сегмента рынка стремятся организовать такую инфраструктуру сети, которая будет способна транспортировать разнородный трафик: голос, данные, видео.

Между тем, для передачи разного типа трафика требуются различные каналы связи. Увеличение объемов предоставляемых услуг заставляет операторов и провайдеров параллельно развивать несколько различных сетей. Это требует больших затрат и часто сопряжено со значительными техническими трудностями.

Это делает очевидным необходимость создания мультисервисной сети связи. Мультисервисная сеть - это инфраструктура, использующая единый канал для передачи данных разного типа трафика, позволяя уменьшить разнообразие типов оборудования, тем самым сокращая расходы на организацию отдельных сетей.

Актуальность ВКР обусловлена тем, что в г Солнечногорск наблюдается повышенный спрос на голосовые и мультимедийные услуги на основе IP-протокола (VoIP, IP-TV, VoD, VCS и др.). Таким образом, реализация мультисервисной сети связи в г Солнечногорск дает возможность предоставления самых современных услуг связи новым жителям

Целью выпускной квалификационной работы является предоставление мультисервисных услуг жителям г. Солнечногорск.

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Задачи:

1. Анализ инфраструктуры и существующей сети связи.
2. Анализ и выбор технологии построения сети связи.
3. Расчет параметров трафика мультисервисной сети.
4. Расчет объема оборудования.
5. Составление схемы организации связи.
6. Выбор типа оборудования.
7. Разработка сети связи.
8. Технико-экономическое обоснование проекта.

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СЕТИ СВЯЗИ В Г. СОЛНЕЧНОГОРСК

1.1 Современное положение сетей связи г. Солнечногорске

Доходность традиционных услуг связи ощутимо снижается. Причина возникновения снижения доходности традиционного операторского бизнеса связана с тем, что привычная всем услуга голосовой связи является востребованной в сегменте низкодоходных и нетребовательных пользователей. А наиболее платежеспособным клиентам нужно уже не просто позвонить, но и получить через сеть связи доступ к многочисленным услугам и сервисам.

Со стороны предоставления услуг доступа к сети Интернет, операторы связи уже не могут предоставлять абонентам необходимую скорость, так как максимальная скорость для большинства абонентов, которую могут предоставлять наземные операторы связи является 24 Мбит/с, а мобильные операторы - 2 Мбит/с.

Поэтому исходя из описания существующей сети, можно сделать вывод, что проектируемая сеть станет конкурентоспособной и актуальной для населения г. Солнечногорск.

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

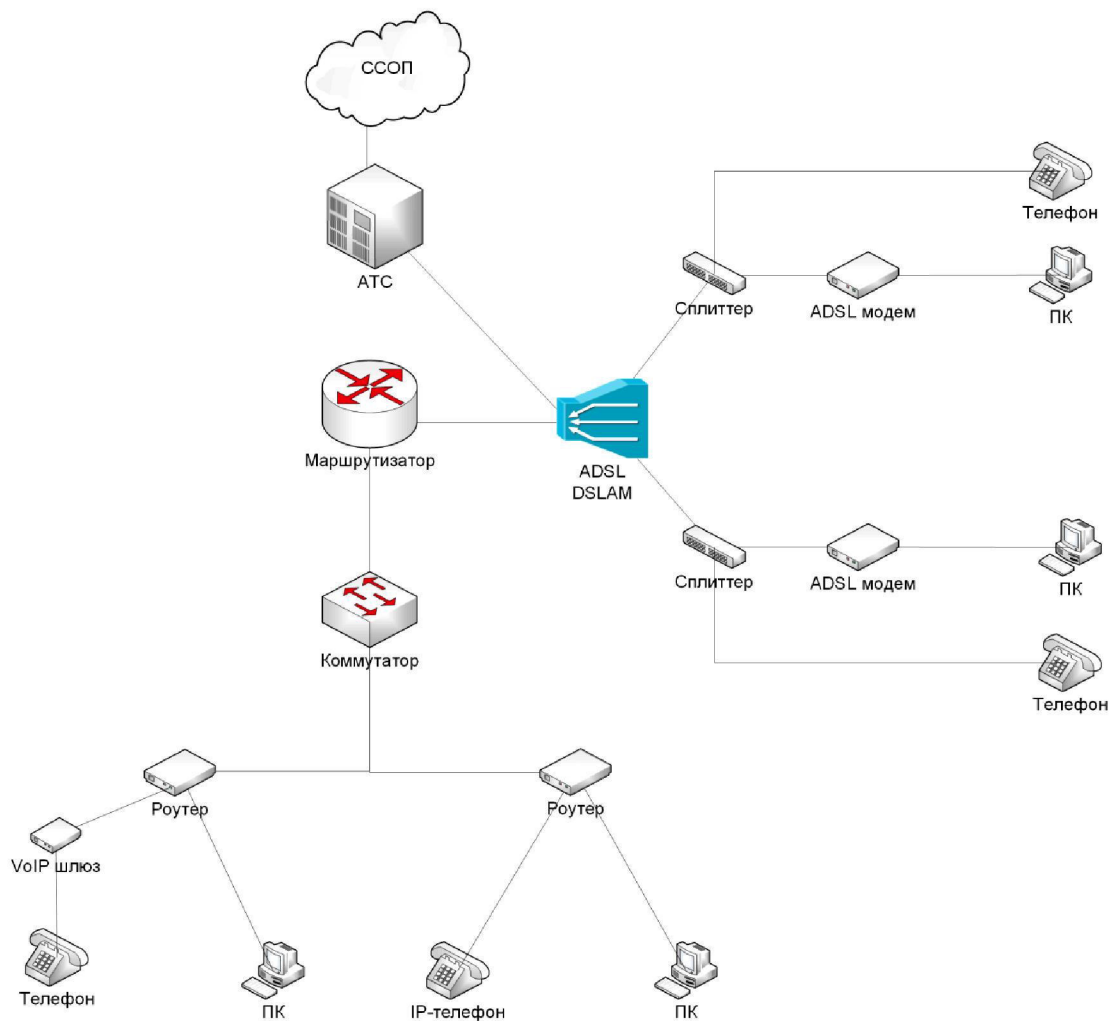


Рисунок 1.1 – Существующая схема организации сети связи г.Солнечногорск

1.2 Понятие NGN и ее услуги

Направления, разрабатываемые в рамках ITU-T, всегда отличались тщательной проработкой стандартов, ориентировались на высокое качество сетевого сервиса, но были дороги и медленны в реализации.

Параллельно развивалось направление услуг, связанное с негарантированной доставкой данных без установления соединения (CLNS) и особенно преуспели в этом технологии на базе протоколов TCP-UDP/IP.

Как показала история – правы, оказались те, кто сначала завоевывает клиента услугами, к которым он уже готов (оснащен соответствующими терминалами – ПК). На этом зарабатывается приличный капитал, который со

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

временем можно пустить на удержание клиентов путем повышения качества услуг и предложений по расширению спектра услуг.

Более всего оказались готовы к такой стратегии развития - технологии на базе протоколов TCP-UDP/IP, продвигаемые IETF.

Мировые тенденции в конвергенции привели к необходимости тесного сотрудничества таких организаций по стандартизации как ITU-T и IETF.

В результате разработана концепция Глобальной Информационной Инфраструктуры (ГИИ) – Y.1xx, закрепившей законодательно понятие конвергенции.

Начальной отправной точкой революции NGN стало изменение приоритетности мировой цивилизации в ее отношении к трафикам речи и данных. Трафик данных рос постепенно по мере развития компьютеризации и информатизации общества и в какой-то момент «победил» речевой трафик.

Традиционно в основе построения классической системы электросвязи лежит первичная сеть, включающая в себя среду распространения сигналов и аппаратуру передачи сигнала, обеспечивающую создание типовых каналов и трактов первичной сети. Эти каналы используются затем вторичными сетями для обеспечения услуг связи.

Первичная сеть в свою очередь разделяется на два подуровня (транспортный подуровень и подуровень передачи), поскольку методически процедуры эксплуатации среды распространения сигналов (волоконно-оптических линий связи, металлических кабелей и ресурса радиочастотного спектра) отличаются от процедур эксплуатации первичной сети как унифицированного банка цифровых каналов. Цифровая первичная сеть может строиться на основе принципов плезиохронной (PDH) или синхронной цифровой иерархии (SDH).

NGN – это мультисервисная сеть, обеспечивающая передачу всех видов медиатрафика и распределенное предоставление неограниченного спектра телекоммуникационных услуг. Сеть поддерживает передачу разнообразного трафика с различными требованиями к качеству обслуживания и обеспечивает

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

соответствующие требования. NGN предоставляет неограниченный набор услуг, что, на мой взгляд, является самым важным в наше время. Ведь именно благодаря тому, что потребители требуют все больше новых услуг с еще большим качеством, развиваются стандартные технологии и появляются новые. Что, в свою очередь, приводит к появлению таких систем как NGN.

Другими словами, NGN есть идея унификации сетевых решений, т.е. универсальная сеть, которая подразумевает интеграцию с традиционными сетями связи. Это очень важно, так как мы не можем одним щелчком взять и все «старые» сети связи отменить и поставить вместо них NGN. Это будет и невыгодно, и нецелесообразно, а также достаточно сложно.

1.3 Преимущества NGN

Сети электросвязи, построенные на основе концепции NGN, обладают следующими преимуществами перед традиционными сетями электросвязи.

Для оператора это:

- построение одной универсальной сети для оказания различных услуг;
- повышение среднего дохода с абонента за счет оказания дополнительных мультимедийных услуг;
- оператор NGN может наиболее оптимально реализовывать полосу пропускания для интеграции различных видов трафика и оказания различных услуг;
- NGN лучше приспособлена к модернизации и расширению;
- NGN обладает легкостью в управлении и эксплуатации;
- оператор NGN располагает возможностью быстрого внедрения новых услуг и приложений с различным требованием к объему передаваемой информации и качеству ее передачи.

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для пользователя это:

- абстрагирование от технологий реализации услуг электросвязи (принцип черного ящика);
- гибкое получение необходимого набора, объема и качества услуг;
- мобильность получения услуг.

Одной из основных целей построения NGN, как уже отмечалось ранее, является расширение спектра предоставляемых услуг. Это услуги службы телефонной связи, услуги служб передачи данных, услуги телематических служб, услуги служб подвижной электросвязи, услуги поставщиков информации: видео и аудио по запросу, интерактивные новости.

NGN будут поддерживать как уже существующее, так и новое оконечное оборудование, включая аналоговые телефонные аппараты, факсимильные аппараты, оборудование ЦСИС (цифровая сеть с интеграцией служб), сотовые телефоны различных стандартов, терминалы телефонии по IP-протоколу (SIP и H.323), кабельные модемы и так далее.

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ СЕТИ NGN

Сети следующего поколения (NGN) представляют собой новую концепцию сети, комбинирующую в себе голосовые функции, качество обслуживания (QoS) и коммутируемые сети с преимуществами и эффективностью пакетной сети. Сети NGN означают эволюцию существующих телекоммуникационных сетей, отображающуюся в слиянии сетей и технологий. Благодаря этому обеспечиваются широкий набор услуг, начиная с классических услуг телефонии и кончая различными услугами передачи данных или их комбинацией.

2.1 Подход к построению сети

Общие подходы к построению мультисервисных сетей связи нашли отражение в концепции перспективных сетей связи следующего поколения NGN.

Базовым принципом концепции NGN является отделение друг от друга функций переноса и коммутации, функций управления вызовом и функций управления услугами.

Функциональная модель сетей NGN, в общем случае, может быть представлена тремя уровнями: транспортный уровень, уровень управления коммутацией и передачей информации, уровень управления услугами.

Задачей транспортного уровня является коммутация и прозрачная передача информации пользователя.

Задачей уровня управления коммутацией и передачей является обработка информации сигнализации, маршрутизация вызовов и управление потоками.

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Уровень управления услугами содержит функции управления логикой услуг и приложений и представляет собой распределенную вычислительную среду, обеспечивающую:

- предоставление инфокоммуникационных услуг;
- управление услугами;
- создание и внедрение новых услуг;
- взаимодействие различных услуг.

Данный уровень позволяет реализовать специфику услуг, и применять одну и ту же программу логики услуги вне зависимости от типа транспортной сети (IP, ATM, FR и т.п.) и способа доступа. Наличие этого уровня позволяет также вводить на сети любые новые услуги без вмешательства в функционирование других уровней.

Уровень управления услугами может включать множество независимых подсистем ("сетей услуг"), базирующихся на различных технологиях, имеющих своих абонентов и использующих свои, внутренние системы адресации.

Для выбора технологии рассмотрим IP и ATM. Лучшее выявляется в сравнении.

ATM – сеть коммутации ячеек, IP - сеть коммутации пакетов

Коммутация ячеек в ATM является более простым и более однородным процессом по сравнению с традиционной маршрутизацией, используемой в сетях IP. Поскольку ячейки ATM всегда имеют одну и ту же длину, значительно меньшую длины кадра IP, они требуют меньшей буферизации. Кроме того, они предсказуемы, поскольку их заголовки всегда находятся на одном и том же месте. В сетях IP маршрутизаторы должны использовать программное обеспечение для правильной обработки ряда изменений в потоке передачи, в частности, для измерения длины пакета, для фрагментирования пакета, для передачи пакетов в правильном порядке и для пересборки пакетов. В результате коммутатор ATM автоматически обнаруживает заголовки ячеек, и их обработка происходит быстрее.

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

С другой стороны, поскольку длина пакета IP больше длины ячейки ATM, процент передаваемой полезной нагрузки в сети ATM оказывается значительно меньше, чем в IP, что снижает эффективность работы сети.

ATM – сеть с установлением соединения, IP – без установления соединения.

Сети с установлением соединения также могут гарантировать определенное качество обслуживания, поэтому они могут использоваться для передачи различных видов трафика - звука, видео и данных - через одни и те же коммутаторы. Кроме того, сети с установлением соединения могут лучше управлять сетевым трафиком и предотвращать перегрузку сети, поскольку коммутаторы могут просто сбрасывать те соединения, которые они не способны поддерживать.

Возможность передачи данных разных типов по одному соединению.

В ATM все типы информации могут надежно передаваться через единое сетевое подключение. ATM использует концепцию категорий обслуживания между конечными пользователями ATM и коммутаторами для того, чтобы получить надежную службу передачи данных.

В сети IP для обеспечения качественной передачи различных типов информации, а также для обеспечения различных категорий обслуживания необходимо использовать дополнительные механизмы на более высоких уровнях.

Возможности масштабирования сети

Теоретически расширение IP-сети ограничено разрядностью IP-адреса. Максимальная скорость магистрали при использовании технологии Gigabit Ethernet составляет 10 Гбит/с. На практике обеспечение качества обслуживания в сети IP требует создания управляемой сети с определенной пропускной способностью и производительностью маршрутизаторов, что накладывает ограничения на масштабируемость.

Существующие стандарты ATM предусматривают скорости передачи до 2,4 Гбит/с. ATM поддерживает единый способ передачи данных, позволяющий

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

связывать сети любых размеров и масштабировать их в будущем. Масштабируемость сетей ATM ограничивается производительностью коммутаторов и возможностью управления сетью.

2.1.1 Распространенность сетей

Развертывание IP-сетей осуществляется, прежде всего, для передачи данных (а не мультисервисного трафика). Благодаря появлению сети Интернет технология IP в настоящее время – наиболее распространенная и быстроразвивающаяся технология сетей передачи данных. Это является основной причиной стремления разработчиков создать на базе IP-протокола мультисервисную сеть, используя для этого уже существующие сети.

Технология ATM специально создавалась для того, чтобы служить основой широкополосной мультисервисной сети; ее распространение напрямую связано со стремлением создать подобные сети. Поскольку в настоящее время рынок широкополосных услуг развит в меньшей степени, чем рынок услуг ПД, сети на основе ATM распространены не столь широко.

2.1.2 Стоимость сети

Цены на оборудование ATM существенно выше цен на оборудование IP. В то же время качество услуг, предоставляемых ATM-сетью, также существенно выше аналогичных показателей IP-сетей. Применение же на сети IP разнообразных средств повышения качества сервиса приводит к существенному удорожанию строительства и эксплуатации сети.

Аналогичные рассуждения касаются и сложности протоколов и управления сетью. Протоколы маршрутизации ATM значительно сложнее, чем в IP, однако внедрение механизмов резервирования полосы пропускания,

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

многоуровневой коммутации, дифференцированного обслуживания приводит к значительному усложнению стека протоколов IP-сети, и его простота перестает быть достоинством.

Отсюда следует сделать вывод, что у каждой технологии существует своя сфера применения, в которой ее качества используются наилучшим образом. Кроме того, возможно, что наилучший результат может дать совместное применение ATM и IP, сочетающее достоинства этих технологий.

В данном дипломном проекте рассмотрим построение сети NGN на технологии IP.

2.2 Организация доступа к услугам NGN

Для доступа абонентов к услугам NGN (рисунок 2.1 и 2.2) используются:

- интегрированные сети доступа, подключенные к оконечным узлам мультисервисной сети и обеспечивающие подключение пользователей как к мультисервисной сети, так и к традиционным сетям (например, ССОП);
- традиционные сети (ССОП, СДОП, СПС), абоненты которых получают доступ к мультисервисной сети через узлы, подключенные к шлюзам (Media Gateway).

На ССОП для доступа используется абонентский участок, для увеличения пропускной способности которого может использоваться технология xDSL, а на сетях подвижной связи (2G) может использоваться перспективная технология GPRS.

Можно выделить основные преимущества сети следующего поколения:

- высокая масштабируемость;
- модульное расширение;
- поддержка оборудования разных производителей;
- быстрая разработка и внедрение новых видов услуг;

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- добавление новых услуг и элементов сети вне зависимости от типа транспортной сети и способа доступа;
- низкая стоимость эксплуатации за счет эффективного использования сетевых ресурсов;
- ПОЛНОСВЯЗНОСТЬ.

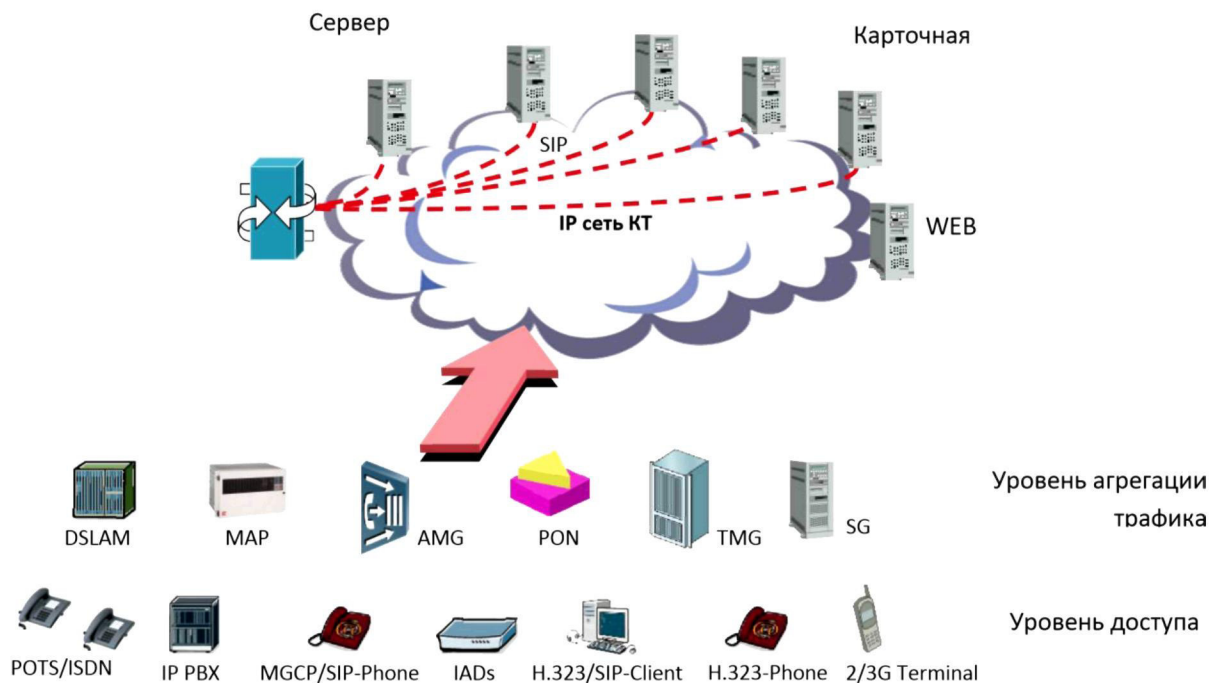


Рисунок 2.1 – Предоставление услуг в NGN

Исходя из вышеизложенного следует, что необходимо внедрение сети NGN на сегодняшний день является актуальной проблемой для всех операторов связи. Основной причиной этого является неэффективное использование трафика при коммутации каналов (КК) и задержки на сетях с коммутацией пакетов (КП) существующие на сегодняшний день. Сеть NGN обеспечивает качественное обслуживание технологии КК и эффективность КП.

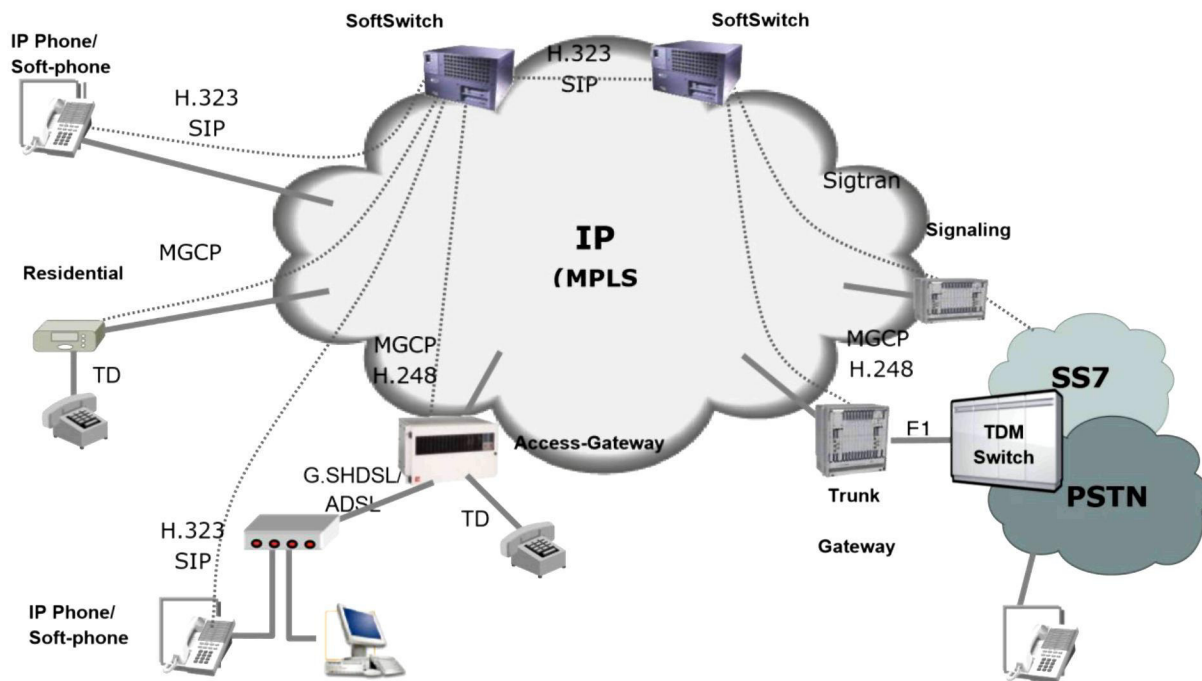


Рисунок 2.2 – Адаптация систем доступа для работы в пакетной сети

2.2.1 Стандарты IP – телефонии

Дисциплина обмена информацией между различными сетевыми устройствами определяется с помощью набора стандартных протоколов, которые создаются для решения возникающих время от времени проблем. Эти протоколы являются также элементом мультисервисных сетей. Схема взаимодействия протоколов приведена на рисунке 2.3.

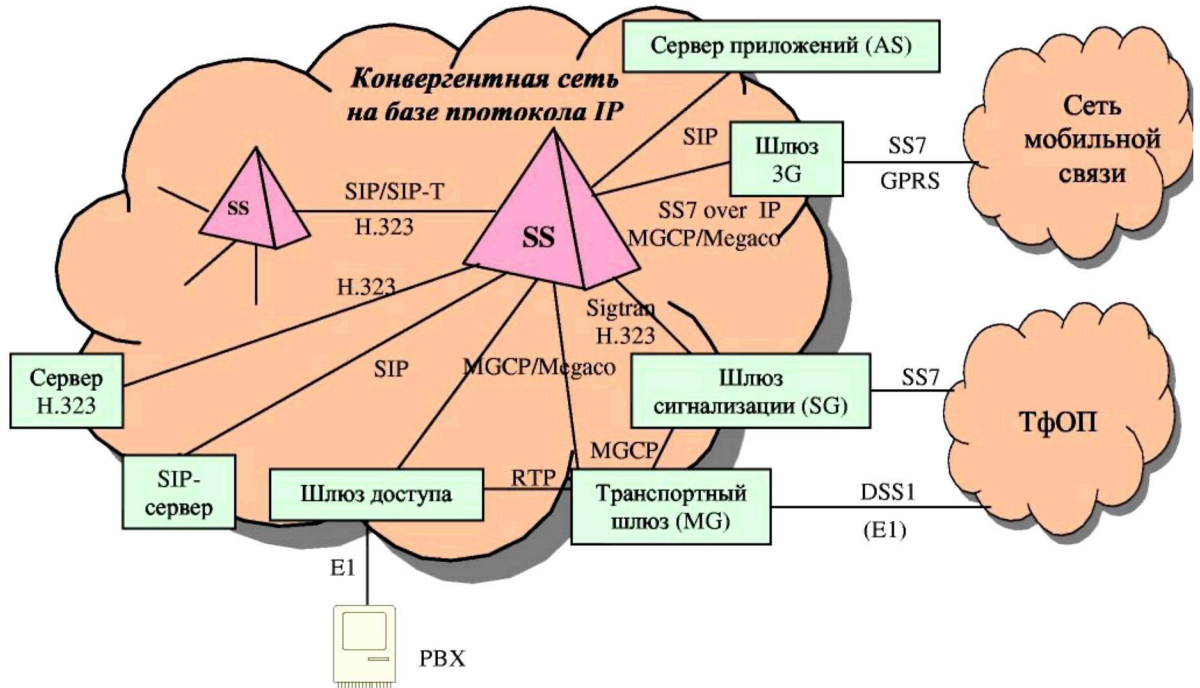


Рисунок 2.3 – Схема взаимодействия протоколов

2.3 Взаимодействие сетей IP-телефонии и ССОП

Очевидно, что в обозримом будущем IP-телефония не заменит традиционную, как предсказывают некоторые аналитики. Эти виды связи не исключают, а дополняют друг друга. Будет возрастать объем трафика, передаваемого по каналам IP-телефонии. В первую очередь это касается международной и междугородной телефонии. Такова основная тенденция. Продолжится совершенствование технологии IP-телефонии, будет увеличиваться количество доступных сервисов и улучшаться качество связи. Как следствие будет сокращаться число операторов, предлагающих «любое направление за цент».

Ключевым отличием пакетных технологий и ССОП заключается в явном разделении доступа и услуг. В ССОП услуги тесно связаны с технологией доступа. В пакетной сети доступ независим от сети услуг. И наиболее остро заметна разница при отделении транспорта от доступа и услуг. В ССОП транспорт определяет, какие услуги доступны и как они создаются. В пакетной

сети транспорт состоит исключительно из маршрутизаторов и коммутаторов. Вся транспортная сеть обязана соединять доступ и услуги вместе.

При вхождении IP-телефонии в давно сформировавшееся глобальное телефонное общество необходимо соблюдение основных законов существующей ССОП: эксплуатационная надежность с тремя девятками после запятой, жесткие нормы качества передачи речи в реальном времени и т.п.

Не менее законов, правил и норм важны традиции, сформировавшиеся за более чем столетний период существования ССОП.

Поэтому не менее важно сохранить все привычные для пользователя действия, такие как набор номера, способ доступа к телефонным услугам и т. д. Таким образом, абонент не должен ощущать разницы между IP-телефонией и обычной телефонной связью ни по качеству речи, ни по алгоритму доступа.

По тем же причинам весьма желательно обеспечить между ССОП и IP-сетями полную прозрачность передачи пользовательской информации и сигнализации. Дело в том, что в отличие, например, от большинства корпоративных сетей связи, сети общего пользования не имеют национальных и ведомственных границ. IP-телефония должна обладать возможностью поддерживать совместную работу и обеспечивать информационную прозрачность с множеством стандартов связи, принятых в разных странах мира. Речь идет не только об электрической стыковке – необходимо найти взаимоприемлемое решение таких задач, как взаимодействие протоколов верхних уровней и приложений, начисление платы и др.

За достаточно короткий срок технология IP успела доказать свою техническую состоятельность. Она прочно утвердилась в мире в качестве общепризнанной реальности и силы, как технологическое и экономическое явление. Никто сегодня не сомневается в том, что это всерьез и надолго.

Уже сейчас IP сеть имеет очень разветвленную структуру, появляется новое оборудование, новые стандарты, при этом старые не исчезают. И лишь для малой доли вызовов будет задействован только один протокол сигнализации. Кроме того, сеть, построенная по IP технологии, должна иметь

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

возможность взаимодействовать с другими сетями, в частности с ССОП. Поэтому крайне важным представляется рассмотрение алгоритмов взаимодействия различных протоколов. Одному из них посвящена данная работа.

2.4 Технология Softswitch

Всеобщий интерес начинают вызывать устройства, которые смогли бы обеспечить тесное взаимодействие сетей различных технологий не только на физическом уровне, но и на уровнях формирования и предоставления услуг. Совершенно ясно, что необходимо строить сети связи, которые бы поддерживали непрерывный контроль над формированием и предоставлением услуг и обработку вызовов клиента по одним и тем же правилам, гарантирующим запрошенный уровень качества обслуживания, независимо от того, как происходит транспортировка услуги и через какое оборудование она предоставляется клиенту. Несмотря на кажущееся отличие пакетных и классических сетей и их конкуренцию между собой, они давно уже идут одним путем развития – разделения уровней предоставления услуг (транспорт и коммутация), от средств формирования услуг (обработка вызовов по заданным правилам).

Так, внедрение на телефонной сети общего пользования наложенной сети сигнализации ОКС № 7, привело к возможности разделения путей следования речевого трафика и сигнальной информации и реализации архитектуры интеллектуальной сети с разделением уровня предоставления услуг (SCP) и уровня управления, формирования услуг (SSP, IP). Применение такого подхода позволяет телефонным операторам, используя уже существующее оборудование, быстро и гибко формировать новые услуги для предоставления их пользователям.

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Если обратиться к пакетным сетям, то такое разделение (принцип декомпозиции шлюза) присутствует и здесь: шлюзы, устройства управления шлюзами и шлюзы сигнализации (последние два устройства могут объединяться и быть совмещены с устройствами, формирующими дополнительные услуги).

Таким образом, возникла необходимость в некоем сетевом элементе, обладающем следующими свойствами:

- это должен быть «интеллектуальный» центр сети, основанный на открытых стандартах и поддерживающий все основные типы традиционной телефонной сигнализации и протоколы пакетной передачи информации, включая IP-телефонию, и обеспечивающий эффективную маршрутизацию вызовов в разнородных сетях;
- он должен иметь распределенную и масштабируемую архитектуру, предотвращающую отказы при больших нагрузках на сеть и обеспечивающую надежность не менее 99,999%;
- он должен содержать модуль, позволяющий гибко контролировать сценарий обработки любой телекоммуникационной сессии (звонка);
- он должен представлять собой единый блок управления инфраструктурой сети и контроля над сессиями.

Объединение интеллектуальной периферии сетей связи независимо от применяемых ими технологий помогло реализовать решение, отвечающее вышеупомянутым пожеланиям операторов.

Если связать шлюзы не напрямую, а через промежуточное устройство – программный коммутатор (от англ. Softswitch – программный переключатель, коммутатор), к которому подключена система биллинга, то это позволит с минимальными затратами, без кардинального изменения схемы построения существующих сетей избавиться от типичных недостатков традиционных схем IP-телефонии. Из таблицы видно те преимущества, которые получают как операторы, так и пользователи, использующие программный коммутатор по сравнению с ССОП.

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 2.1 – Сравнение современных АТС и систем Softswitch

Характеристика	Система Softswitch	Традиционная АТС
Архитектура	Модульная, на базе стандартов	Фирменная
Гибкость	Высокая	Низкая
Интеграция приложений сторонних разработчиков	Легко интегрируются	Трудно интегрируются
Перенастройка	Осуществляется легко	Затруднена
Масштабируемость	Миллионы соединений	Миллионы соединений
Экономически оправданный начальный уровень	От нескольких сотен пользователей	При большом числе пользователей
Поддержка трафика	Речь, данные, видео, факс	В основном речь, поддержка других типов трафика ограничена
Предпочтительная продолжительность вызова	Без ограничений	Небольшая (до 10 мин)

Таким образом, Softswitch соединяет в себе надежность и другие особенности, ожидаемые пользователями от стандартной телефонии, и эффективность, экономичность и гибкость сетей данных. Программное обеспечение предоставляет возможность взаимодействия неоднородных сетей, которые поддерживают широкий набор сигнальных протоколов (включая ОКС7, MGCP, H.323 и SIP). Softswitch конвертирует различные протоколы сигнализации в единый формат, что упрощает введение новых протоколов. Эта возможность позволяет операторам ССОП и IP-телефонии обеспечить возможность полного и прозрачного взаимодействия между ССОП и IP-телефонии. К тому же эта трансляция улучшает возможность взаимодействия между межсетевыми шлюзами различных поставщиков, что предоставляет дополнительные возможности расширения рынка. Таким образом, программный коммутатор отвечает за авторизацию и аутентификацию клиента, генерацию CDR и конвертацию разных типов сигнализаций (SIP/H.323/MGCP/ISDN/ISUP). Естественно в сети может существовать несколько коммутаторов Softswitch, а в качестве протокола взаимодействия между ними может выступать SIP/SIP-T.

2.5 Структура Softswitch

Softswitch – это модель взаимодействия стандартных программных модулей, которые реализуют контроль вызовов, сигнализацию, взаимодействие протоколов и создание услуг внутри конвергентной сети.

International Packet Communication Consortium (IPCC, бывший International Softswitch Consortium) разработал четыре базовых компонента

Softswitch: агент связи, шлюз сигнализации, сервер приложений и управление оконечным устройством.

- Агент связи (Session agent);
- Шлюз сигнализации (Signaling gateway) является устройством для интеграции с уже существующей сигнализацией ССОП ОКСН№7 и для поддержки возможностей Интеллектуальной Сети (IN) в сети на базе Softswitch;
- Сервера приложений (Application servers) добавляют в Softswitch некоторую многогранность, предоставляя новые услуги на базе технологии IP, такие как унифицированная почта, поддержка конференций и IP centrex;
- Эти серверы взаимодействуют с элементами контроля вызова Softswitch посредством протокола SIP или других протоколов;
- Сервера управления взаиморасчетами (Back-end servers) осуществляют такие функции, как ведение счетов, авторизация и налогообложение, поддержка биллинга и т.д. Ключевыми возможностями являются функция детализации вызова (CDR), поддержка противоположных по своим задачам таких составляющих, как провайдера, центра взаиморасчетов и управления приложением IP-телефонии из Web-браузера. Они также переадресуют вызовы к ССОП в случае временных неполадок в IP-сетях, известных как «crank bank».

Эти компоненты объединены в структуру коммутации и контроля за вызовом, основанную на современном ПО с открытыми стандартами, в отличие от базирующихся на коммутации каналов продуктов ССОП, являющихся

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

эсклюзивной разработкой сети. Поставщики оборудования могут изменять структуру Softswitch, включая в его состав различные компоненты, в зависимости от потребностей и конструкции. Гибкость при построении для расширения возможностей позволяет плавно перейти к сетям NGN.

IPCC считает, что сеть NGN базируются на трехуровневой архитектуре, в которой логически разделены транспортный уровень, уровень управления вызовом и прикладной уровень. Тогда Softswitch располагается на втором и третьем уровнях, управляя речевым трафиком и данными между ССОП и сетями на базе IP, а также на пути к месту назначения. Модель Softswitch отделяет услуги от доступа и транспортных технологий, являясь важным элементом структуры, позволяющим владельцам сети привнести интернетовский стиль в создания телефонных услуг.

На рисунке 2.4 приведена схема программного коммутатора. Здесь отражен вариант представления Softswitch.

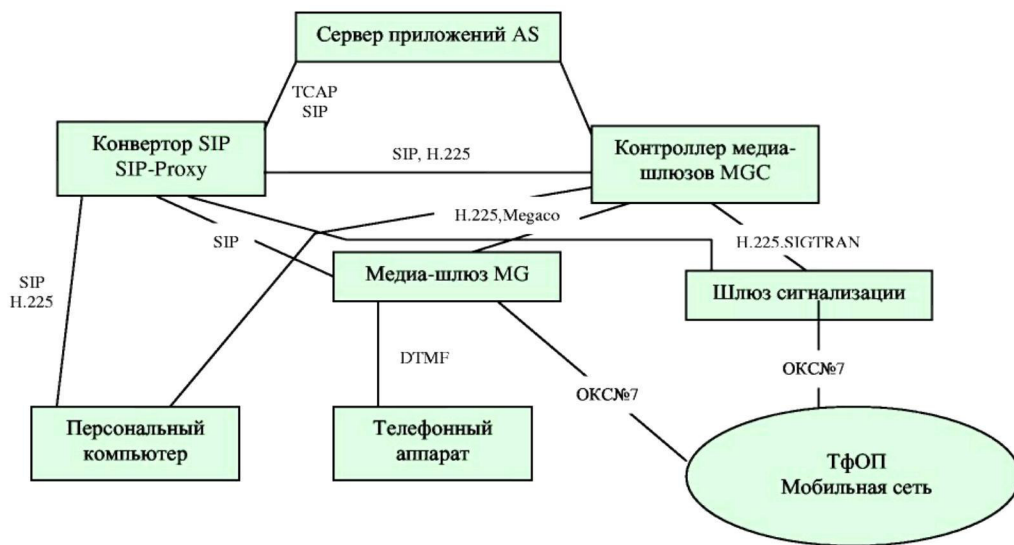


Рисунок 2.4 – Состав аппаратно-программного комплекса гибкого коммутатора

Оборудование, реализующее функции гибкого коммутатора должно включать в себя устройство управления шлюзами (Media Gateway Controller, MGC) и шлюз сигнализации (Signaling Gateway, SG), которые.

Устройство управления шлюзами MGC должно обеспечивать реализацию следующих функций:

- функции управления базовыми вызовами, включая маршрутизацию вызова и трансляцию адресов между различными планами нумерации посредством стандартных протоколов сигнализации;
- функции управления транспортными шлюзами посредством стандартных протоколов управления;
- функции межсетевого взаимодействия с устройствами управления вызовами сети с коммутацией пакетов (MGC, SIP-сервер, привратник H.323) посредством стандартных протоколов сигнализации через стандартные транспортные протоколы;
- функции межсетевого взаимодействия с пунктами сигнализации международной/междугородной и местной сети ОКС № 7 через шлюз сигнализации SG;
- функции взаимодействия с серверами приложений (Application Server, AS) через открытые программные интерфейсы (API), управления услугами и управления правами доступа;
 - если MGC взаимодействует с узлами SCP IP, то взаимодействие должно осуществляться по протоколу INAP-R через шлюз сигнализации SG;
 - взаимодействие со шлюзами сигнализации через стандартные протоколы передачи сигнальных сообщений;
 - функции аутентификации и авторизации оконечного оборудования пользователя;
 - функции эксплуатации и административного управления;
 - функции генерации стандартных файлов CDR и сбора статистической информации для учета стоимости за установленные вызовы.
- Шлюз сигнализации SG должен обеспечивать реализацию следующих функций:
 - функции передачи сигнальных сообщений между сетью ОКС № 7 и устройством управления шлюзами MGC посредством стандартных транспортных протоколов, обеспечивающих возможность транспортировки сообщений протоколов стека SIGTRAN;

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- функции передачи сигнальных сообщений протокола V5.2 в устройство управления шлюзами MGC посредством стандартных транспортных протоколов.

В общем случае, комплекс оборудования, реализующий функции гибкого коммутатора может включать в себя следующие дополнительные программно-аппаратные устройства: транспортный шлюз, сервер приложений, медиа-сервер, SIP-прокси-сервер, привратник H.323. Набор дополнительных программно-аппаратных устройств, входящих в состав гибкого коммутатора, зависит от способов применения Оборудования на ВСС России.

Транспортный шлюз (Media Gateway, MG) должен обеспечивать реализацию следующих функций:

- функции преобразования сигналов и форматов данных;
- функции обработки сигнала;
- функции взаимодействия с устройством управления шлюзам MGC посредством стандартных протоколов управления;
- функции обработки и передачи в устройство управления шлюзами MGC дополнительных тоновых сигналов;
- функции взаимодействия с маршрутизатором/коммутатором сети передачи данных;
- если транспортный шлюз реализует функции установления тракта передачи, то с целью их реализации должны использоваться стандартные протоколы сигнализации для тракта передачи;
- если транспортный шлюз реализует функции маршрутизации, то с целью их реализации должны использоваться стандартные протоколы маршрутизации.

Сервер приложений (Application Server, AS) реализуется специализированным программным обеспечением, которое поддерживает программных клиентов со встроенным набором распределенных вычислительных возможностей, обеспечивающих реализацию дополнительных услуг в среде реализации логики услуги.

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Сервер приложений должен обеспечивать реализацию следующих функций:

- функции управления услугами;
- функции создания услуг стандартными средствами API и скриптовых языков;
- функции предоставления в защищенном режиме программируемого интерфейса для административного домена третьей стороны; функции эксплуатационного управления услугами;
- функции высокоскоростной базы данных (внутренней или внешней) с целью сохранения данных об услугах и о подписчиках на услуги;
- функции взаимодействия с устройством управления шлюзами MGC посредством открытых программных интерфейсов или стандартных протоколов.
- Сервер приложений может поддерживать услуги маршрутизации, аутентификации, авторизации вызовов, учета стоимости и управления политикой качества услуг.
- Медиа сервер (Media Server, MS) может обеспечивать реализацию следующих функций:
 - функции ресурсов мультимедиа (например, распознавание дополнительных тоновых сигналов и речевых сигналов, синтез речи, разветвление и коммутация потоков мультимедиа);
 - возможность управления ресурсами мультимедиа со стороны приложений и услуг (например, сохранение, проигрывание и запись мультимедиа сообщений, функции моста для конференц-связи, отправление и получение факсов); функции программируемых интерфейсов и интерпретации скриптовых языков.

Минимальная конфигурация программного коммутатора содержит всего два устройства: контроллер медиа-шлюзов (MGC) и конвертор SIP (SIP Proxy).

Устройство управления шлюзами MGC может быть реализовано на базе высокопроизводительного промышленного сервера, другие устройства,

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

входящие в состав гибкого коммутатора, могут быть реализованы, как специализированные программно-аппаратные устройства.

Кроме того, программные коммутаторы Softswitch могут иметь единую или распределенную структуру.

Единая структура, изображенная на рисунке 2.5, подразумевает наличие всех модулей Softswitch, входящих в его состав в виде серверов, выполняющих все требуемые функции, взаимодействующих между собой по внутримашинному интерфейсу. Как правило, это ПО, заложенное производителем в структуру Softswitch. Такая структура подходит для тех операторов, которые строят полностью новую сеть.

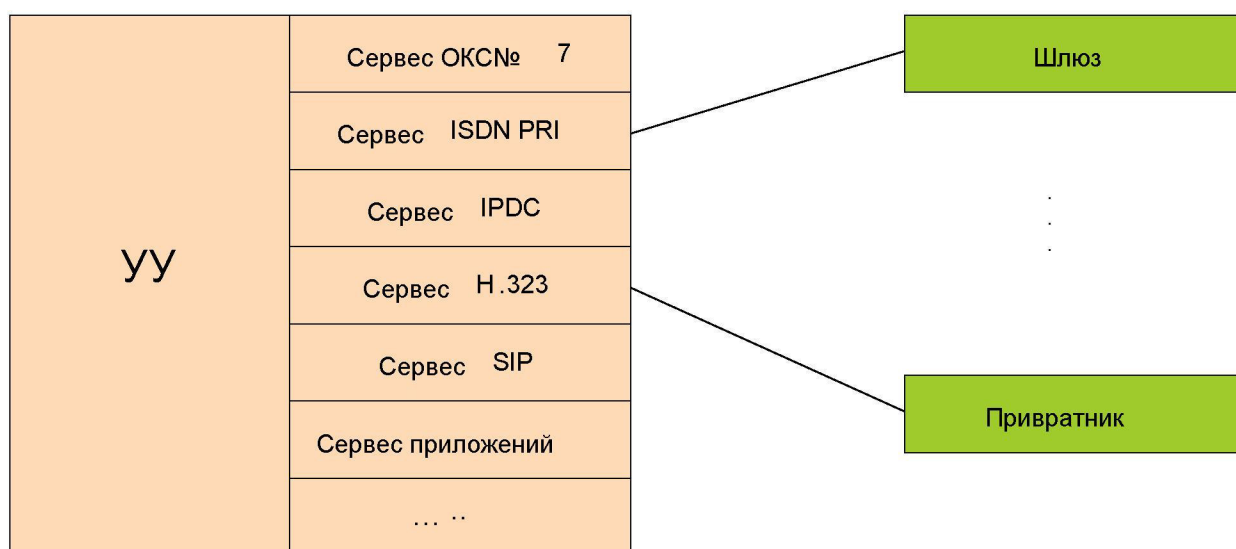


Рисунок 2.5 – Единая структура Softswitch

Если оператор уже существовал в том или ином виде на рынке предоставления услуг связи, и у него уже есть некая структура сети, для него экономически целесообразней ставить Softswitch второго типа. Распределенная структура, которая отражена на рисунке 2.6, подразумевает наличие управляющего устройства и набора модулей, взаимодействующих друг с другом по стандартному протоколу, такому как MGCP. Такая структура программного коммутатора позволяет оператору выбирать тот набор элементов, которых недостает в его сети. Так, например, если в сети уже стоял

привратник для связи с ССОП, то не имеет смысла дублировать его и ставить Softswitch, выполняющий те же функции.

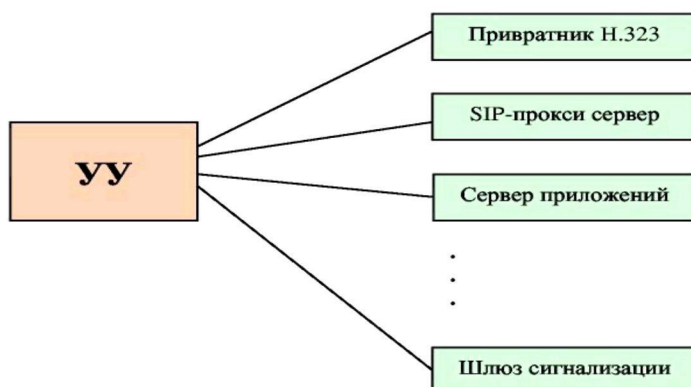


Рисунок 2.6 – Распределенная структура Softswitch

2.6 Функциональная модель Softswitch

С точки зрения телефонной сети общего пользования с одной стороны это пункт сигнализации ОКС №7 (SP, STP), с другой транзитный коммутатор, поддерживающий системы сигнализаций (E-DSS1, CAS).

С точки зрения пакетных сетей (IP) – это устройство управления медиашлюзами (Media Gateway Controller), одновременно контроллер сигнализаций (Signalling Controller) и УУ терминальным оборудованием для сетей H.323 и SIP.

Для осуществления всех этих функций, устройство должно уметь работать с протоколами сигнализаций, построенными по различной архитектуре, и взаимодействовать с медиашлюзами основанными на различных технологиях. На рисунке 2.7 показаны протоколы, поддерживаемые программным коммутатором. Решение поставленных задач в Softswitch осуществляется за счет отделения функцией взаимодействия со специализированными протоколами (оборудованием), от функций обработки и маршрутизации вызовов между аппаратной частью и программным ядром

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

устройства. Все сообщения протоколов сигнализации и управления устройствами приводятся к единому виду, удобному для представления в единой программной модели обработки вызовов.

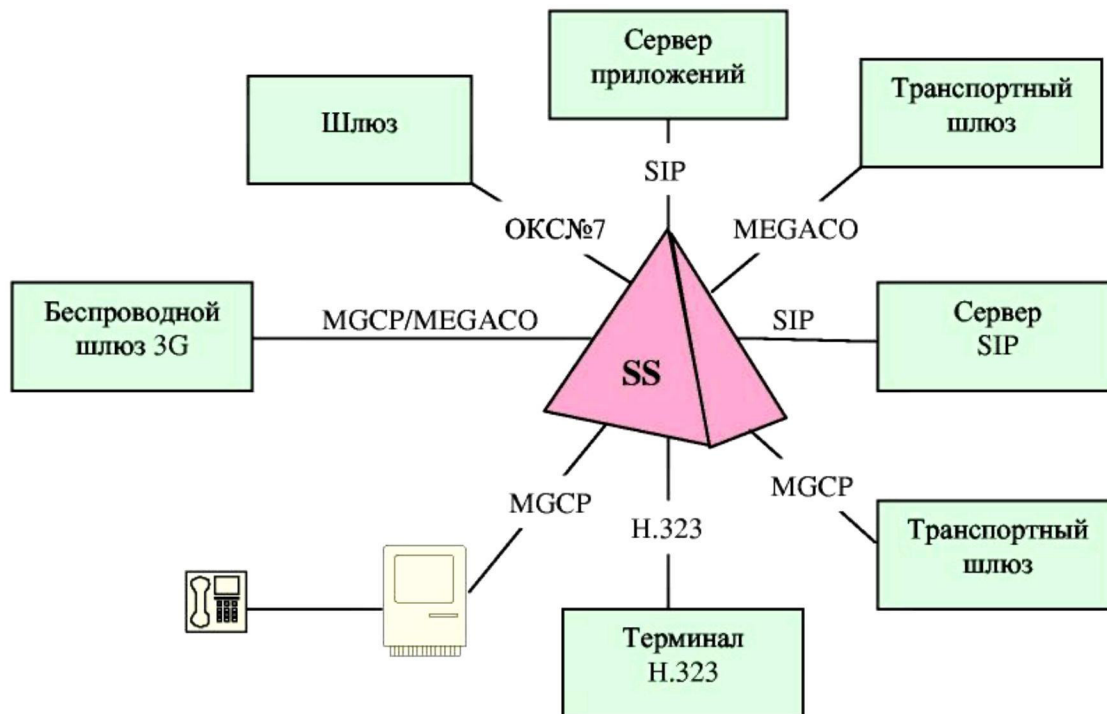


Рисунок 2.7 – Сетевое окружении Softswitch

Если говорить о функциональных возможностях, то Softswitch может поддерживать любое количество номеров, огромное количество абонентов, собранных или не собранных в одном месте, обеспечивать другие принципиально новые технологические возможности.

2.7 Разработка схемы организации связи

Структурная схема сети сформирована на основе анализа типовых архитектурно-топологических решений выбранных технологий. г. Солнечногорск был разделен на 8 кластеров. В каждом кластере находится узел агрегации, к которому подключается сеть доступа. Вместе узлы образуют магистральную сеть. Узлы агрегации соединении по кольцевой топологии по технологии 10 GigabitEthernet.

С магистральной сети весь трафик поступает в ядро. В ядре находятся высокопроизводительные платформы для быстрой коммутации трафика, здесь же обеспечивается подключение к провайдерам высшего уровня и расположены, файловые, почтовые, видео, DNS серверы. Сервис IPTV будет реализован на базе оборудования NetUPIPTVCombiner.

Также в ядре находятся Softswitch и опорно-транзитная станция, благодаря которым обеспечивается обработка трафика IP телефонии. Проектируемая схема построения сети связи представлена на рисунке 2.8

Сеть доступа выполнена по технологии семейства FTTx, и делится на сеть доступа многоэтажных застроек, частного сектора и сеть доступа делового сектора. Сеть доступа многоэтажных застроек организована по технологии FTTB, и состоит из коммутаторов доступа, соединенных по кольцевой топологии. В каждом кольце 5-7 коммутаторов, в зависимости от расположения зданий. Коммутаторы сети доступа соединены между собой и подключены к магистральной сети по технологии GigabitEthernet. Абоненты многоэтажных застроек подключаются к коммутаторам доступа посредством кабеля UTPcat. Сеть доступа частного сектора организована по технологии FTTN, и построена на технологиях GePON и VDSL2. На площадках вместе с коммутатором агрегации расположены OLT коммутатор. От узла агрегации оптоволоконные кабели подключаются к оптическому сплиттеру. К одному оптическому каналу может подключаться от 5 до 10 ONT устройств. После оптического сплиттера оптические каналы распространяются к распределительным шкафам, в которых находятся VDSL2 IPDSLAM, от которых радиусом 500 м. возможно покрытие зданий частного сектора. От распределительного шкафа расходятся медные кабели, по которым по технологии VDSL2, абоненты имеют доступ к сети на скорости до 100 Мбит/с. Для некоторых абонентов возможно прямое подключение к сети по оптическому кабелю на скорости до 100 Мбит/с через ONT устройство.

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

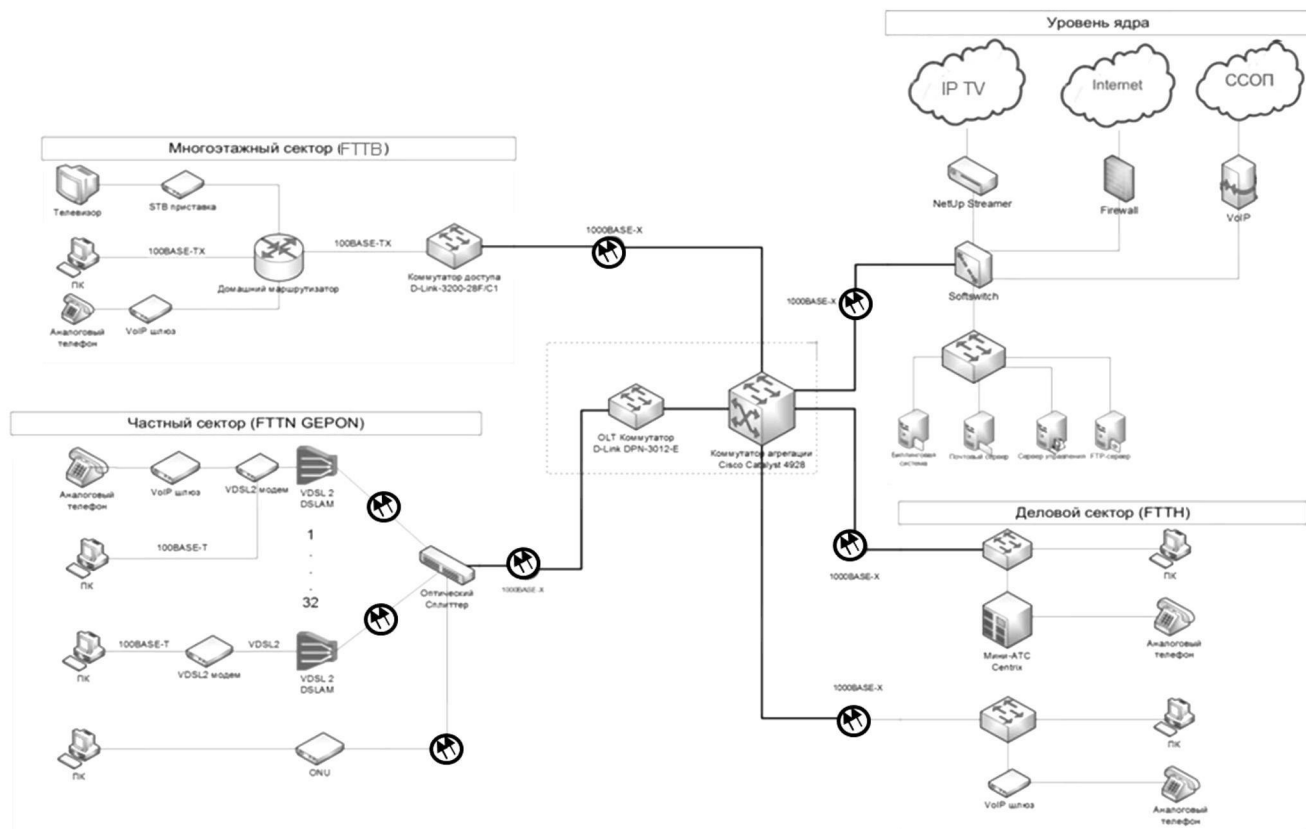


Рисунок 2.8 – Проектируемая схема организации связи

Сеть доступа делового сектора реализована по технологии FTTH, используя сетевую технологию GigabitEthernet. Соединение магистрального коммутатора с оборудованием клиента происходит по принципу точка-точка. Весь поток информации от клиента поступает по оптоволоконному кабелю прямо на магистральный коммутатор. При этом цена за абонентский порт значительно выше, чем у других технологий, однако такое подключение обеспечивает гарантированную полосу пропускания, которая необходима клиенту.

Магистральная сеть обеспечивает подключение сети доступа к предоставленным услугам. Для этого используются высокоскоростные коммутаторы магистральной сети 3-го уровня, которые подключены по технологии 10GBASE-LX4 между собой. Магистральная сеть обеспечивает быструю передачу трафика и определение приоритета с помощью технологий QoS.

Сеть доступа многоэтажных застроек реализована на коммутаторах 2-го уровня с поддержкой QoS для обеспечения услуг гарантированной пропускной

способности канала. Коммутаторы доступа подключаются к магистральной сети с помощью технологии 1000BASE-TX.

Для обеспечения абонентов частного и многоэтажного сектора услугой IPTV коммутаторы доступа, IPDSLAM и коммутаторы GePON имеют поддержку технологии IGMP. Видеоконтент передается от оператора в мультикастовой форме к магистральным коммутаторам, и дальше к коммутаторам доступа. Затем сигнал поступает к абоненту на компьютер или специальную STB приставку, к которой подключается телевизор.

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

3 РАСЧЕТ ТРАФИКА МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ СВЯЗИ

В проектируемой сети связи основную полосу пропускания занимают услуги IP–телефонии, IPTV и доступа к глобальной сети Internet. Для предоставления остальных услуг требуется полоса пропускания существенно меньшая. Исходя из этого рассчитаем требуемую полосу пропускания для услуг Triply Play и учтем необходимый запас для предоставления оставшихся услуг.

Для правильной оценки характеристик и расчета требуемой пропускной способности для предоставления комплексной услуги TriplyPlay используем параметры, основанные на статистических данных, адаптированные к российскому рынку услуг связи. Проектируемая сеть должна быть надежной и на ней не должно быть перегрузок. Поэтому все необходимые расчеты трафика будем производить для часа наибольшей нагрузки для одного оптического сетевого узла. Значения этих параметров приведены в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Значения параметров

Параметр	Обозначение	Значение
1	2	3
1. Число абонентов сети	$N_{аб}$	13040
2. Отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во входящем потоке	$O_{вх}$	10%
4. Отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине в исходящем потоке	$O_{исх}$	15%
5. Процент абонентов TriplyPlay: находящихся в сети в ЧНН; одновременно принимающих или передающих данные; одновременно пользующихся IPTV	$P_{чнн}$	80%
	$P_{опнд}$	70%
	$P_{TVIPодн}$	55%
6. Услуга передачи данных: 6.1 Пропускная способность сети для передачи данных к абоненту: средняя пропускная способность; пиковая пропускная способность; 6.2 Пропускная способность сети для передачи данных от абонента: - средняя пропускная способность; - пиковая пропускная способность;	$A_{вх\ ср}$ $A_{вх\ пик}$	2 Мбит/с 5 Мбит/с
	$A_{исх\ ср}$ $A_{исх\ пик}$	0,5 Мбит/с 1 Мбит/с

Окончание таблицы 3.1

1	2	3
7. Услуга TVIP: - проникновение услуги; - количество сессий на абонента; - использование режима Unicast; - использование режима Multicast; - использование потоков Multicast; - количество доступных каналов; - скорость видеопотока; - запас на вариацию битовой скорости;	P_{TVIP} $N_{сес}$ P_{uc} P_{mc} $P_{mc\ пот}$ $N_{кан}$ $V_{пт}$ $K_{бс}$	50% 1,3 30% 70% 70% 40 4 Мбит/с 0,2

3.1 Расчет трафика телефонии

Для организации услуг IP телефонии необходимо рассчитать требуемую полосу пропускания. Исходными данными для расчета являются:

1 Количество источников нагрузки – абоненты, использующие SIP-терминалы и подключаемые в пакетную сеть на уровне мультисервисного абонентского концентратора, $N_{SIP} = 163$ аб;

2 Тип кодека в планируемом к внедрению оборудовании, G.729A;

3 Длина заголовка IP пакета, 58 байт.

Транспортный ресурс, который должен быть выделен для передачи в пакетной сети телефонного трафика, поступающего на концентратор, при условии использования кодека определяется следующим образом:

Полезная нагрузка голосового пакета G.729A составит

$$Y_{\text{полезн}} = \frac{t_{\text{звуч.голоса}} * v_{\text{код.}}}{8 \text{бит/байт}}, \text{ байт} \quad (3.1)$$

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

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

Эти параметры являются характеристиками используемого кодека. В данном случае для кодека G.729A скорость кодирования – 8 кбит/с, а время звучания голоса – 20 мс.

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

Каждый пакет имеет заголовок длиной в 58 байт. Структура заголовка IP пакета представлена на таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Структура пакета VoIP

Заголовок Ethernet	Заголовок IP	Заголовок UDP	Заголовок RTP	Голосовая нагрузка
14 байт	20 байт	8 байт	16 байт	20 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.

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

Использование кодека G.729A позволяет передавать через шлюз по 50 пакетов в секунду, исходя из этого, полоса пропускания для одного вызова определится по формуле 4.4:

$$\text{ПП}_{\text{VoIP1}} = V_{\text{пакета}} \cdot 8 \text{ бит/байт} \cdot 50_{\text{pps}}, \text{ Кбит/с} \quad (3.3)$$

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

$$\text{ПП}_{\text{VoIP1}} = 78 \cdot 8 \cdot 50 = 30 \text{ Кбит/с}$$

Имеется 24 голосовых порта. С помощью средств подавления пауз обычный голосовой вызов можно сжать примерно на 30 процентов. Исходя из этого, необходимая полоса пропускания WAN для каждой точки присутствия составит

$$\text{ПП}_{\text{VoIP}} = \text{ПП}_{\text{VoIP1}} \cdot N_{\text{SIP}} \cdot \text{VAD}, \text{ Мбит/с} \quad (3.4)$$

где ПП_{VoIP1} – полоса пропускания для одного вызова, Кбит/с,
 N_{SIP} – количество голосовых портов, шт.,
 VAD (VoiceActivityDetection) – коэффициент механизма идентификации пауз

$$\text{ПП}_{\text{VoIP}} = 30 \cdot 163 \cdot 0,7 = 3,4 \text{ Мбит/с}$$

3.2 Расчет трафика видеопотоков

Для расчета требуемой полосы пропускания для передачи видеопотоков воспользуемся данными из таблицы 3.1.

Для определения среднего количества абонентов, приходящихся на один сетевой узел, используем формулу:

$$N_{\text{абсу}} = N_{\text{аб}} / N_{\text{у}}, \text{ аб} \quad (3.5)$$

где $N_{\text{аб}}$ – общее число абонентов, аб,

$N_{\text{у}}$ – количество оптических сетевых узлов, шт.

$$N_{\text{абсу}} = 1340/8 = 1630 \text{ аб.}$$

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Количество абонентов, пользующихся услугами интерактивного телевидения одновременно, определяется коэффициентом P_{TVIP}

$$N_{TVIP} = N_{аб} \cdot P_{TVIPодн} \cdot N_{сес}, аб, \quad (3.6)$$

где $P_{TVIPодн}$ – процент абонентов, пользующихся услугами IP TV одновременно в ЧНН,

$N_{сес}$ – коэффициент, показывающий, сколько различных программ одновременно принимается в одном доме.

$$N_{TVIP} = 1630 \cdot 0,5 \cdot 0,6 \cdot 1,3 = 635 аб.$$

В некоторых домах может одновременно приниматься несколько видеопотоков, например, два, в этом случае в расчетах считается, что видеопотоки принимают два абонента.

Для абонентов трансляция видеопотоков происходит в разных режимах. Часть абонентов принимает видео в режиме multicast, а часть – в режиме unicast. При этом абоненту, заказавшему услугу видео по запросу, будет соответствовать один видеопоток, следовательно, количество индивидуальных потоков равно количеству абонентов, принимающих эти потоки

$$N_{TVIPuc} = N_{TVIP} \cdot P_{uc, потоков}, \quad (3.7)$$

где P_{uc} – коэффициент проникновения услуги индивидуального видео,

$$N_{TVIPuc} = 635 \cdot 0,3 = 190 \text{ потоков.}$$

Один групповой поток принимается одновременно несколькими абонентами, следовательно, количество индивидуальных потоков

$$N_{TVIPmc nom} = N_{TVIP} \cdot P_{mcпот, потоков}, \quad (3.8)$$

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где $P_{\text{мс пот}}$ – количество абонентов, принимающих групповые видеопотоки.

$$N_{\text{TVIPмс пот}} = 635 \cdot 0,7 = 444 \text{ потоков.}$$

Количество доступных групповых видеопотоков зависит от количества программ, предоставляемых провайдером. В отличие от классической вещательной системы, где каналы транслируются всегда, даже при отсутствии использования, характерной особенностью трансляции в сети с услугой TVIP является то, что одновременно транслируются не все потоки. На нашей сети будет предоставляться 40 программ, то есть доступно 40 групповых видеопотоков.

Рассчитаем, максимальное количество видеопотоков среди доступных, которое будет использоваться абонентами, пользующимися услугами группового вещания

$$N_{\text{канmax}} = N_{\text{кан}} P_{\text{мс}}, \text{ видеопотоков,} \quad (3.9)$$

где $N_{\text{кан}}$ – количество доступных групповых видеопотоков,

$P_{\text{мс}}$ – процент максимального использования видеопотоков.

$$N_{\text{канmax}} = 40 \cdot 0,7 = 28 \text{ видеопотоков}$$

Получаем, что в сети с 40 активными абонентами необходимо транслировать 28 групповых видеопотоков, т. е. из 40 доступных каналов используется только часть. Это связано с тем что некоторые абоненты единовременно смотрят одни и те же каналы и нет нужны в этот момент транслировать остальные каналы.

Транслирование видеопотоков в IP сети может происходить с переменной битовой скоростью. Средняя скорость одного видеопотока составляет 2 Мбит/с.

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

С учетом добавления заголовков IP пакетов и запаса на вариацию битовой скорости скорость передачи одного видеопотока в формате H.264 составит

$$ПП_{TVIP1} = V_{ит} \cdot (1+K_{6c}) \cdot (1+O_{вх}), \text{ Мбит/с} \quad (3.10)$$

где $V_{ит}$ – скорость трансляции потока в формате MPEG-2, Мбит/с,
 K_{6c} – запас на вариацию битовой скорости.

$$ПП_{TVIP1} = 2 \cdot (1+0,2) \cdot (1+0,1) = 2,64 \text{ Мбит/с.}$$

Для передачи одного видеопотока в формате MPEG-2 по IP сети в режимах группового и индивидуального вещания необходима пропускная способность соответственно

$$ПП_{TVIPmc} = N_{TVIPmc \text{ пот}} \cdot ПП_{TVIP1}, \text{ Мбит/с,} \quad (3.11)$$

$$ПП_{TVIPuc} = N_{TVIPuc} \cdot ПП_{TVIP1}, \text{ Мбит/с} \quad (3.12)$$

где $N_{TVIPmc \text{ nom}}$ – количество транслируемых потоков в режиме multicast,

N_{TVIPuc} – количество транслируемых потоков в режиме unicast,

$П_{TVIP1}$ – скорость передачи одного видеопотока.

$$ПП_{TVIPmc} = 190 \cdot 2,64 = 502 \text{ Мбит/с,}$$

$$ПП_{TVIPuc} = 444 \cdot 2,64 = 1172 \text{ Мбит/с.}$$

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

$$ПП_{TVIPобщ} = N_{кантах} \cdot ПП_{TVIP1}, \text{ Мбит/с,} \quad (3.13)$$

где $N_{кантах}$ – число используемых видеопотоков среди доступных,

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$ПП_{TVIP1}$ – скорость передачи одного видеопотока.

$$ПП_{TVIPобщ} = 28 \cdot 2,64 = 73,92 \text{ Мбит/с.}$$

Общая пропускная способность для IP сети с предоставлением услуг интерактивного телевидения сложится из пропускной способности для передачи видео в групповом и индивидуальном режимах

$$ПП_{TVIP} = ПП_{TVIPmc} + ПП_{TVIPuc}, \text{ Мбит/с,} \quad (3.14)$$

где, $ПП_{TVIPmc}$ – пропускная способность для передачи группового видеопотока,

$ПП_{TVIPuc}$ – пропускная способность для передачи индивидуального видеопотока.

$$ПП_{TVIP} = 502 + 1172 = 1674 \text{ Мбит/с.}$$

Итак, для предоставления услуги IPTV необходима полоса пропускания 1674 Мбит/с.

3.3 Расчет трафика передачи данных

Среди всех пользователей сети в час наибольшей нагрузки (ЧНН) в сети будет находиться и передавать данные только часть абонентов (активные абоненты). Даже в час наибольшей нагрузки количество активных абонентов может изменяться, поэтому для их подсчета используется пятиминутный временной интервал внутри ЧНН, и максимальное число активных абонентов за этот период времени определяется по формуле:

$$N_{абчнн} = N_{абсу} \cdot P_{чнн}, \text{ аб,} \quad (3.15)$$

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где $N_{абсу}$ – число абонентов на одном сетевом узле, аб,

$R_{чнн}$ – процент абонентов, находящихся в сети в ЧНН.

$$N_{актаб} = 1630 \cdot 0,8 = 1304 \text{ аб.}$$

В час наибольшей нагрузки в сети находится 1304 человек с одного сетевого узла.

Абоненты время от времени передают и принимают данные и, как правило, объем передаваемых данных значительно меньше объема принимаемых данных. Каждому абоненту необходимо обеспечить заявленную пропускную способность. Далее определим среднюю пропускную способность сети, требуемой для обеспечения нормальной работы пользователей.

Средняя пропускная способность для приема данных составит:

$$ПП_{срвх} = (N_{актаб} \cdot R_{вхср}) \cdot (1 + H_{звх}), \text{ Мбит/с}, \quad (3.16)$$

где $N_{актаб}$ - количество активных абонентов, аб,

$R_{вхср}$ – средняя скорость приема данных, Мбит/с,

$H_{звх}$ – отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине во входящем потоке.

$$ПП_{срвх} = (1304 \cdot 2) \cdot (1+0,1) = 2869 \text{ Мбит/с.}$$

Средняя пропускная способность для передачи данных составит:

$$ПП_{срис} = (N_{актаб} \cdot R_{исср}) \cdot (1 + H_{зис}), \text{ Мбит/с}, \quad (3.17)$$

где $R_{исср}$ – средняя скорость передачи данных, Мбит/с,

$H_{зис}$ – отношение длины заголовка IP пакета к его общей длине в исходящем потоке.

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$ПП_{срис} = (1304 \cdot 0,5) \cdot (1 + 0,15) = 750 \text{ Мбит/с.}$$

Для расчета пиковой пропускной способности необходимо найти количество абонентов, одновременно принимающих или передающих данные в течении короткого интервала времени в час наибольшей нагрузки:

$$N_{актабн} = N_{актаб} \cdot P_{опрд}, \text{ аб,} \quad (3.18)$$

где $P_{опрд}$ – процент абонентов, одновременно принимающих или передающих данные в течении короткого интервала времени.

$$N_{актабн} = 1304 \cdot 0,6 = 782 \text{ аб.}$$

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

$$ПП_{вх} = (N_{актабн} \cdot R_{вхп}) \cdot (1 + H_{звх}), \text{ Мбит/с,} \quad (3.19)$$

где $R_{вхп}$ – пиковая скорость приема данных, Мбит/с.

$$ПП_{вх} = (782 \cdot 5) \cdot (1 + 0,1) = 4300 \text{ Мбит/с.}$$

Пиковая пропускная способность для передачи данных в ЧНН:

$$ПП_{исп} = (N_{актабн} \cdot R_{исп}) \cdot (1 + H_{зис}), \text{ Мбит/с,} \quad (3.20)$$

где $R_{исп}$ – пиковая скорость передачи данных, Мбит/с.

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$ПП_{mic} = (782 \cdot 1) \cdot (1+0,15) = 900 \text{ Мбит/с.}$$

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

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

$$ПП_{ex} = \text{Max} [ПП_{срех}; ПП_{пех}], \text{ Мбит/с,} \quad (3.21)$$

$$ПП_{uc} = \text{Max} [ПП_{срус}; ПП_{mic}], \text{ Мбит/с,} \quad (3.22)$$

где $ПП_{ex}$ – пропускная способность для приема данных, Мбит/с,
 $ПП_{uc}$ – пропускная способность для передачи данных, Мбит/с.

$$ПП_{ex} = \text{Max} [2869; 4300] = 4300 \text{ Мбит/с,}$$

$$ПП_{uc} = \text{Max} [750; 900] = 900 \text{ Мбит/с.}$$

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

$$ПП_{прд} = ПП_{ex} + ПП_{uc}, \text{ Мбит/с,} \quad (3.23)$$

$$ПП_{прд} = 4300 + 900 = 5200 \text{ Мбит/с.}$$

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.4 Расчет пропускной способности

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

$$ПП_{СУ} = ПП_{VoIP} + ПП_{IPTV} + ПП_{дд}, \text{ Мбит/с}, \quad (3.24)$$

где $ПП_{VoIP}$ – пропускная способность для трафика IP телефонии, Мбит/с,

$ПП_{IPTV}$ – пропускная способность для видеопотоков, Мбит/с,

$ПП_{дд}$ – пропускная способность для трафика данных, Мбит/с.

$$ПП_{СУ} = 3,4 + 1674 + 5200 = 6877,4 \text{ Мбит/с}.$$

Общая полоса пропускания составит:

$$ПП_{общ} = ПП_{СУ} \cdot N_y \quad (3.25)$$

$$ПП_{общ} = 6877,4 \cdot 8 = 55,019 \text{ Гбит/с}.$$

Таким образом, на каждом оптическом сетевом узле необходимо обеспечить пропускную способность: для телефонии 3,4 Мбит/с, для передачи видеопотоков 1674 Мбит/с, для передачи данных 5200 Мбит/с.

Далее исходя из этих данных необходимо выбрать оборудование и технологии сети. Трафик с каждого микрорайона концентрируется в узле агрегации своего микрорайона и может создать нагрузку 6,8 Гбит/с.

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

4.1 Расчет капиталовложений

Капитальные вложения - это совокупность затрат материальных, трудовых и денежных ресурсов, направленных на строительство телекоммуникационной сети связи. С целью определить количество капитальных вложений составляется смета затрат на используемое оборудование и материалы.

Инвестиции в оборудование по проекту и на ввод оборудования в эксплуатацию складываются из совокупности ряда факторов, таких как стоимость, установка и монтаж оборудования, стоимость и прокладка кабеля в канализацию, а также прочие непредвиденные расходы. Стоимость оборудования и монтажа определяется на контрактной основе и является коммерческой тайной предприятия, поэтому используются ориентировочные цены.

Расчет капитальных вложений в оборудование и материалы представлен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Капитальные вложения в оборудование и материалы

Наименование оборудования	Кол-во единиц	Цена, руб. за ед.	Общая сумма, руб.
1	2	3	4
Коммутатор агрегации CiscoME 4924-10GE	8	267000	2 136 000
Коммутатор доступа DES-3200-28F	445	19457	8 658 365
D-Link DPN-3012-E	8	50000	400 000
D-Link DPN-301L	268	8000	2 144 000
VDSL2 IPDSLAM DAS-3626	248	88467	21 939 816
EPL-SPT-32 GEPON SPLITTER	8	22710	181680
Антивандалный настенный шкаф	504	8566	4 317 264

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Окончание 4.1

1	2	3	4
Антивандальный телекоммуникационный шкаф	248	16410	4 069 680
NetUP IPTV Complex	1	1 200 000	1 200 000
Кабель волоконно-оптический, км	52	25000	1 300 000
Кабель витая пара 5-ой категории, км	82	9000	7 380 000
Монтажные работы по прокладке кабеля			10 000 000
Итого по оборудованию:			63 192 805

Таким образом, общие капитальные затраты составят:

$$KB = (K_{пр} + K_{тр} + K_{смр} + K_{т/у} + K_{зср} + K_{пнр})K_{об} + K_{каб}, \text{руб} \quad (4.1)$$

$$KB = 53726805 + 53726805(0,04 + 0,2 + 0,03 + 0,012 + 0,005) + 10000000 = 79146398 \text{ руб.}$$

4.2 Калькуляция эксплуатационных расходов

Эксплуатационными расходами называются текущие расходы предприятия на производство услуг связи. В состав эксплуатационных расходов входят все расходы на содержание и обслуживание сети. Эти расходы имеют текущий характер.

Для определения эксплуатационных расходов по проекту используем следующие статьи:

- Затраты на оплату труда.
- Единый социальный налог.
- Амортизация основных фондов.
- Материальные затраты.
- Прочие производственные расходы.

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Для расчета годового фонда заработной платы необходимо определить численность штата производственного персонала. Данное оборудование не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала на всех узлах сети. Рекомендуемый состав персонала по обслуживанию станционного оборудования приведен в таблице 4.2

Таблица 4.2 – Состав персонала по обслуживанию оборудования

Наименование должности	Оклад	Количество, чел.	Сумма з/пл, руб.
1	2	3	4
Ведущий инженер	25000	1	25000
Электромонтер	15000	2	30000
Инженер сети передачи данных	18000	2	36000
Инженер линейных сооружений	17000	1	17000
Монтажник	13000	6	78000
Итого		12	186000

Годовой фонд оплаты труда составит:

$$\text{ФОТ} = \sum_{i=1}^k (T \cdot P_i \cdot I_i) \cdot 12, \text{ руб.} \quad (4.2)$$

$$\text{ФОТ} = 186000 \cdot 12 \cdot 1,2 = 2678400 \text{руб.}$$

Страховой взнос составляет 30% от заработной платы и рассчитывается по формуле:

$$\text{СВ} = \text{ФОТ} \cdot 0,3, \text{ руб.} \quad (4.3)$$

$$\text{СВ} = 2678400 \cdot 0,3 = 803520 \text{руб.}$$

Под амортизацией понимается процесс постепенного возмещения стоимости основных фондов, переносимой на вновь созданную продукцию

(услугу), в целях накопления средств для реконструкции и приобретения основных средств. Величина амортизационных отчислений определяется установленной долей ежегодных отчислений (норма амортизации) от стоимости основных средств. Рассчитаем сумму амортизационных отчислений согласно утвержденных норм амортизационных отчислений.

$$AO = T/F, \text{ руб.} \quad (4.4)$$

$$AO = \frac{35278181}{20} = 1763909 \text{руб}$$

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

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

$$Z_{\text{эН}} = T \cdot 24 \cdot 365 \cdot P \quad (4.5)$$

где $T = 7$ руб./кВт час - тариф на электроэнергию.

$P = 32$ кВт - мощность установок. Тогда, затраты на электроэнергию составят

$$Z_{\text{эН}} = 7 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 32 = 1962240 \text{руб}$$

б) затраты на материалы и запасные части составляют 3,5% от ОПФ:
Затраты на материалы и запасные части.

В итоге материальные затраты составляют:

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$З_{мз} = КВ \cdot 0,035 \quad (4.6)$$

$$З_{мз} = 53726805 \cdot 0,035 = 1880438 \text{руб}$$

Таким образом, общие материальные затраты равны

$$З_{общ} = З_{эн} + З_{мз} \quad (4.7)$$

$$З_{общ} = 1962240 + 1880438 = 3842678 \text{руб}$$

Прочие расходы

Прочие расходы предусматривают общие производственные и эксплуатационно-хозяйственные затраты:

$$З_{пр} = \text{ФОТ} \cdot 0,15 \quad (4.8)$$

$$З_{пр} = 2678400 \cdot 0,15 = 401760$$

$$З_{эк} = \text{ФОТ} \cdot 0,25 \quad (4.9)$$

$$З_{эк} = 2678400 \cdot 0,25 = 669600$$

Таблица 4.3 - Результаты расчета годовых эксплуатационных расходов

Наименование затрат	Сумма затрат, руб.	Удельный вес статей, %
1	2	3
1.ФОТ	2678400	24
2. Страховой взнос	803520	8
3.Амортизационные отчисления	1746293	17
4. Материальные затраты	3842678	40
5. Прочие расходы	1071360	12
Итого:	10142251	100

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4.3 Определение тарифных доходов

Тарифные доходы делятся на разовые (подключение абонентов) и текущие доходы (абонентская плата).

В данном проекте предусматривается подключение 13040 новых абонентов (12420 физических лиц и 620 юридических). Расчеты тарифных доходов на подключение новых абонентов представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.4 — Количество подключаемых абонентов в определенный год

Год	Абоненты - Физические лица	Абоненты - Юридические лица	Общее количество подключаемых абонентов
1	5216	248	40 %
2	3726	186	30%
3	1863	93	15%
4	1242	62	10%
5	621	31	5%

Таблица 4.5 – Тарифы для абонентов

Наименование	Стоимость подключения, руб.	Абонентская плата
Подключение физических лиц	200	400
Подключение юридических лиц	400	1200
Подключение к мультисервисным видам услуг физических лиц	150	300
Подключение к мультисервисным видам услуг Юридических лиц	300	1500

Разовый доход за подключение абонентов рассчитывается:

$$D_{\text{год}} = N_{\text{физ.л}} \cdot B_{\text{физ.л}} + N_{\text{юр.л}} \cdot B_{\text{юр.л}} \quad (4.10)$$

где $N_{\text{физ.л}}$ и $N_{\text{юр.л}}$ – размер платы за подключение абонентов к сети (физических лиц и юридических);

B – количество абонентов (физических лиц и юридических), пользующихся конкретной услугой.

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

$$D_{\text{год}} = \sum_{i=1}^J N_i \cdot B_i \cdot 12 \quad (4.11)$$

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

B – количество абонентов, пользующихся конкретной услугой.

Таблица 4.6 - Доходы от абонентской платы за предоставляемые услуги

Количество абонентов		Доход, руб.		
Физические лица	Юридические лица	От подключения	От абонентской платы	Суммарный за год
5216	248	819600	20563200	21382800
3726	186	409800	10281600	10691400
1863	93	273200	6854400	7127600
1242	62	136600	3427200	3563800
621	31	819600	1713600	1781900

Среди основных показателей проекта можно выделить срок окупаемости, т.е. временной период, когда реализованный проект начинает приносить прибыль превосходящую ежегодные затраты.

Для оценки срока окупаемости можно воспользоваться принципом расчета чистого денежного дохода (NPV), который, рассчитывается по формуле

$$NPV = PV - IC \quad (4.12)$$

где PV – денежный доход, рассчитываемый по формуле (4.13);

IC – отток денежных средств в начале n -го периода, рассчитываемый по формуле

$$PV = \sum_{n=1}^T \frac{P_n}{(1+i)^n} \quad (4.13)$$

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

i – норма дисконта;

T – количество лет, для которых производится расчет.

$$IC = \sum_{n=1}^m \frac{I_n}{(1+i)^{n-1}} \quad (4.14)$$

где I_n – инвестиции в n -ом году;

i – норма дисконта;

m – количество лет, в которых производятся выплаты.

Таблица 4.7 - Оценка экономических показателей проекта с учетом дисконта

Год	P	PV	I	IC	NPV
0	0	0	89288649	89288649	-89288649
1	21382800	18593739,13	10142251	98107997,7	-79514258,57
2	31254600	42226706,99	10142251	105776996,6	-63550289,57
3	37972400	67194176,38	10142251	112445691,2	-45251514,85
4	41263000	90786430,55	10142251	118244556,2	-27458125,6
5	42908300	112119439,1	10142251	123287047,4	-11167608,33
6	42840000	130640353,3	10142251	127671822,4	2968530,885

Как видно из приведенных в таблице 4.8 рассчитанных значений, проект окупиться на 6 году эксплуатации, так как в конце 6 года мы имеем положительный NPV.

Срок окупаемости (PP) – показатель, наиболее часто принимаемый в аналитике, под которым понимается период времени от момента начала реализации проекта до того момента эксплуатации объекта, в который доходы от эксплуатации становятся равными первоначальным инвестициям и может приниматься как с учетом фактора времени, так и без его участия.

Показатель срока окупаемости без учета фактора времени применяется в том случае, когда равные суммы доходов, полученные в разное время, рассматриваются равноценно. Срок окупаемости с учетом фактора времени – показатель, характеризующий продолжительность периода, в течение которого

сумма чистых доходов дисконтированных на момент завершения инвестиций, равных сумме инвестиций.

Точный срок окупаемости можно рассчитать по формуле:

$$PP = T + |NPV_{n-1}| / (|NPV_{n-1}| + NPV_n) \quad (4.15)$$

$$PP = 6 + \frac{11167608}{11167608 + 29868530} = 6,79$$

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.

Исходя из этого, срок окупаемости, отсчитанный от начала операционной деятельности (конец нулевого года), составляет 6,79 года.

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

$$PI = 146745496 / 131484670 = 1,12 \quad (4.16)$$

Если $PI > 1$, то проект следует принимать; если $PI < 1$, то проект следует отвергнуть; если $PI = 1$, то проект ни прибыльный, ни убыточный.

Индекс PI следует рассчитывать для момента, когда проект окупается, либо на длительность временного периода расчета (общее количество лет).

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

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1) \quad (4.17)$$

где i – ставка дисконтирования

Проведя расчет, используя метод последовательного приближения. Определив сначала барьерные ставки для минимальных значений NPV по модулю, и затем, осуществив аппроксимацию, рассчитали, что значение показателя внутренней нормы доходности (IRR) = 23%.

Таким образом, в данном разделе осуществлена оценка капитальных вложений в предлагаемый проект и калькуляция эксплуатационных расходов. Определен общий дохода от реализации проекта, рассчитаны основные оценочные показатели проекта, характеризующие финансовый уровень решения задач. Рассчитанные технико-экономические показатели на конец расчетного периода сведены в таблицу 4.8.

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

Таблица 4.8 – Основные технико-экономические показатели проекта

Показатели	Численные значения
1	2
Количество абонентов, чел	13 040
Капитальные затраты, руб.	79 146 398
Ежегодные эксплуатационные расходы, руб. в том числе:	10 142 251
Фонд оплаты труда	2 678 400
Страховые взносы	803 520
Амортизационные отчисления	1 746 293
Общие производственные расходы	3 842 678
Доходы (NPV), руб.	2 968 530
Срок окупаемости, год	6 лет 7 месяца

Как видно из приведенных в таблице 4.8 рассчитанных значений, срок окупаемости проекта составляет 6 лет 7 месяцев, что говорит о высокой потребности абонентов в мультисервисных услугах, а также целесообразности построения предлагаемой сети в г. Солнечногорск.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Анализ условий труда в используемом помещении

В помещение, арендуемое для размещения оборудование и управления, представляет собой размерами: длина $L = 8$ м, ширина $B = 5$ м, высота $H = 4$ м (рисунок 5.1).

Предполагается, что обслуживать помещение будут 6 человек: 3 сменных оператора. В дневную смену работают 2 человека (оператор – инженер и техник – инженер) и ведущий инженер.

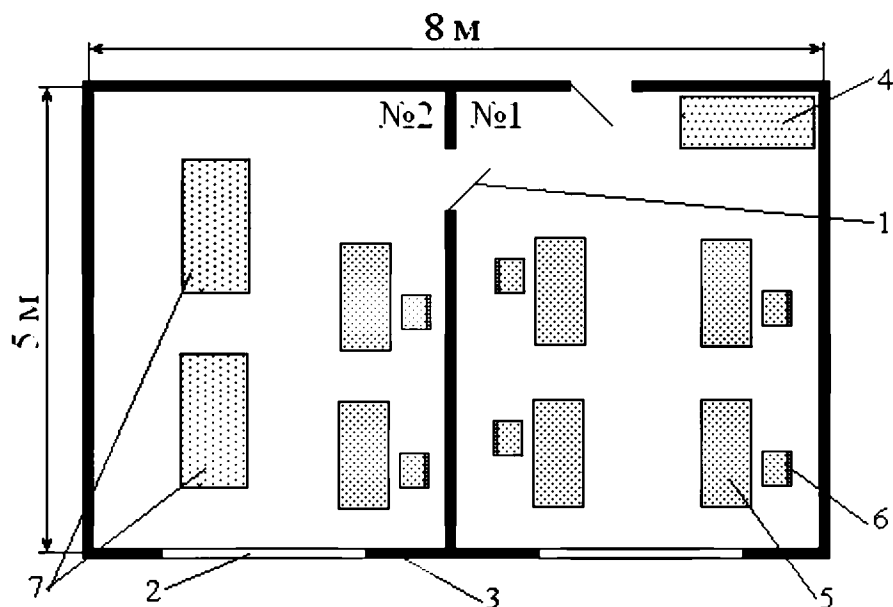


Рисунок 5.1 – План помещения

					11070006.11.03.02.087.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57



Рисунок 5.2 – Гибкий коммутатор SoftX3000

Таблица 5.1 – Механические параметры шкафа SoftX3000

Параметр	Параметр или модель
Тип шкафа	Шкаф N68-22, отвечающий требованиям IEC297 и соответствующий требованиям сейсмостойкости NEBS
Габариты шкафа (высота x ширина x глубина)	2200 мм x 600 мм x 800 мм
Вес шкафа объединенной конфигурации (при полной конфигурации)	400 кг
Вес шкафа обработки услуг (при полной конфигурации)	300 кг
Вес шкафа сервера медиа-ресурсов (при конфигурации с 1 MRS6000)	250 кг
Расчетная допустимая нагрузка на пол в аппаратном зале	600 кг/м ²
Возможная высота шкафа	46 U (1 U = 44,45 мм)

Таблица 5.2 – Значения потребляемой мощности SoftX3000

Функциональный блок	Потребляемая мощность (Вт)	Конфигурация
Полка распределения питания	≤20	Отдельная полка распределения питания
Основная полка	≤480	(IFMI + BFII) x 2 + CDBI x 2 + (SMUI + SIUI) x 2 + HSCI x 2 + BSGI x 2 + MSGI x 2 + ALUI x 1 + UPWR x 4 + полка вентиляторов
Полка расширения	≤ 580	(SMUI + SIUI) x 2 + HSCI x 2 + ALUI x 1 + UPWR x 4 + полка вентиляторов
Полка медиа- ресурсов	≤ 680	(SMUI + SIUI) x 2 + HSCI x 2 + (MRCI + MRII) x 12 + ALUI x 1 + UPWR x 4 + полка вентиляторов
Полка MRS6000	≤ 900	SCC x 1 + MPC x 12 + полка вентиляторов
ВАМ	≤250	Включает сервер питания постоянного тока HP/IBM
iGWB	≤ 250	Включает сервер питания постоянного тока HP/IBM
Жидкокристаллический монитор	≤ 50	–
Функциональный блок	Потребляемая мощность (Вт)	Конфигурация
Коммутатор LAN	≤30	Включает коммутатор Huawei Quidway S3528G Ethernet
Матрица жестких дисков	≤ 200	Если используется сервер IBM, необходимо конфигурировать 10 переставляемых во время работы жестких дисков SCSI.



Рисунок 5.3 – Универсальный медиашлюз UMG8900

Таблица 5.3 – Механические параметры UMG8900

Параметр	Характеристика
1	2
Размеры шкафа (В×Ш×Г), мм	N68-22: 2200×600×800
	F02A: 2200×600×600
	F01D500: 1550×1550×550
	F01D200: 1200×1250×550
Размеры полки (В×Ш×Г), мм	Полка коммутации услуг: 533,4×482,6×500
	Полка UAFM/UAFS: 488,95×482,60×350,00
	RSP10: 266,70×482,60×420,00
	RSP12: 266,70×482,60×420,00
	RSP14: 266,70×482,60×420,00
	PV8: 266,70×482,60×420,00
Вес стativa	N68-22: 125 кг
	F02A: 225 кг
	F01D500: 350 кг (без батареи)
	F01D200: 250 кг (без батареи)

Окончание таблицы 5.3

1	2
Вес полки	Полка коммутации услуг: 55 кг
	Полка UAFM/UAFS: 30/29 кг
	RSP10: 16 кг
	RSP12: 17 кг
	RSP14: 19 кг
	PV8: 17 кг

Таблица 5.4 – Питание и потребляемая мощность модуля коммутации услуг

Параметр	Характеристика
Номинальное напряжение	вх. -48В
Диапазон напряжения	вх. -40~-60В
Режим напряжения	подачи Два канала по -48В или один канал -48В
Максимальный входной ток	Два канала входного напряжения -48В с горячим резервом: 70 А на канал
Потребляемая мощность	Не более 1100 Вт (при отсутствии VPU существенно уменьшается)

Таблица 5.5 – Питание и потребляемая мощность модуля доступа пользователей

Параметр	Характеристика
1	2
Номинальное постоянное/переменное напряжение	входное -48/220В
Диапазон постоянного/переменного напряжения	входного -40~-57/220В±30%, 47~63 Гц
Режим постоянного/переменного напряжения	подачи Один канал -48/220В
Потребляемая (для одной полки)	мощность При полной комплектации полки RSP 16 каналами плат ASL 150 Вт (при снятой трубке у половины пользователей)

Окончание таблицы 5.5

1	2
	При полной комплектации полки PV8 16 каналами плат ASL 148,7 Вт (при снятой трубке у половины пользователей)
	При полной комплектации полки RSP 32 каналами плат ASL 375 Вт (при снятой трубке у половины пользователей)
	При полной комплектации полки PV8 32 каналами плат ASL 327 Вт (при снятой трубке у половины пользователей)

5.2 Освещенность на рабочем месте

Свет влияет на общее состояние организма. Правильно организованное освещение стимулирует протекание процессов высшей нервной деятельности и повышает работоспособность. При недостаточном освещении человек работает менее продуктивно, быстрее устает и как следствие повышается вероятность производственного травматизма. Поэтому очень важно правильно выбрать параметры освещения на рабочем месте. Выбор параметров зависит от характера производимой работы.

Естественное освещение

Естественное освещение по своему спектральному составу является наиболее благоприятным. Естественное освещение по конструктивным особенностям можно разделить на:

- боковое – через световые проемы в наружных стенах;
- верхнее – через световые проемы в покрытии и фонари;

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

- комбинированное – сочетание предыдущих двух.

Естественное освещение характеризуется коэффициентом естественной освещенности КЕО, который представляет собой отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба (непосредственным или отраженным), к значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода, выраженного в процентах (%).

5.3 Оценка микроклимата

Микроклиматические условия на нашем узле обслуживания согласно ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ можно охарактеризовать как оптимальные (таблица 5.6):

Таблица 5.6 – Оптимальные нормы параметров микроклимата

Период работы	Категория работы	T, °С	Скорость движения воздуха, м/с, не более
Холодный	I a I б	22-24	0,1
		31-23	0,1
Теплый	I a I б	23-25	0,1
		22-24	0,2

В любой из периодов года микроклиматические параметры в нашем помещении не превышают установленных допустимых значений: СН 245-71:

Температура летнего периода: + 24 °С, температура зимнего периода +21 - +24° С, относительная влажность воздуха – 60% при температуре ниже 36° С, скорость движения воздуха не превышает 0,2 м/с в любой период года.

Таблица 5.7 – Допустимые значения параметров микроклимата в холодный/теплый период года

Категория работы	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %, не >	Скорость движения воздуха, м/с, не >
I a	21-25 / 22-28	75 / 55, при 28° С	0,1/0,1 – 0,2

Согласно ГОСТ 12.1.007-76 помещение по содержанию вредных веществ в воздухе рабочей зоны можно соответствовать 4 классу опасности:

Таблица 5.8 – Нормирование показателей для классов опасности

Наименование	Норма класса
ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Малоопасные, 4
Средняя смертельная концентрация в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	< 500

Для поддержания условий микроклимата в помещении, целесообразно оснастить его системой кондиционирования.

Для кондиционирования и обогрева помещения я выбрал кондиционер LG G07LH Standard (рисунок 5.4), т.к. его обслуживаемая площадь равна 20 кв.м и максимальный воздушный поток равен 5.8 куб.м/мин.



Рисунок 5.4 – Кондиционер LG G070LH Standard

Используем кондиционер, который рассчитан на вентиляцию и кондиционирование 20 м², их необходимо 2 шт. Каждой комнате по одной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения ВКР была спроектирована мультисервисная сеть для г.Солнечногорск. Абоненты мультисервисной сети имеют доступ к сети Интернет, услуг IP-телефонии, и цифрового телевидения.

Мультисервисная сеть г. Солнечногорск разделена на магистральную сеть и сеть доступа. Район разделен на кластеры с узлами агрегации, к которым подключена сеть доступа по технологиям семейства FTTx.

От абонента многоэтажных домов к коммутатору сети доступа будет применяться технология Fast Ethernet. От коммутатора доступа к узлу агрегации будет применена технология Gigabit Ethernet, а на магистральной сети технология 10-Gigabit Ethernet. Все магистральные коммутаторы соединяются по топологии «кольцо».

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Кучерявый А.Е., Гильченко Л.З., Иванов А.Ю
- 2 Пакетная сеть связи общего пользования. – Санкт-Петербург: Наука и техника, 2004. – 272 с.
- 3 Гольдштейн Б.С. Протоколы сети доступа. – М.: Радио и связь, 1999. – 57с.
- 4 Соколов Н.А. Сети абонентского доступа. Принципы построения. – Пермь: ЗАО “ИГ “Энтер-профи”, 1999. – 111с.
- 5 HONET. Сеть доступа с интеграцией услуг. – Алматы: Instruction Manual, – Huawei Technologies Co., Ltd, 2000.
- 6 Гольдштейн Б.С., Пинчук А.В., Суховицкий А.Л. IP-телефония. – М.: Радио и связь, 2001. – 336 с.
- 7 Уайндер С. Справочник по технологиям и средствам связи. – М.: Мир, 2000. – 429 с.
- 8 Аллаев А.Э.. Выбор топологии построения сетей абонентского доступа //Электросвязь.- №5.- 2004.
- 9 Ефимова Н.В. Пути перехода к сетям NGN в России //Электросвязь - №6. - 2004.
- 10 Соколов Н.А. Выбор технологии коммутации для сетей следующего поколения //Мобильные системы - №7. - 2004.
- 11 Назаров А.Н., Симонов М.В. АТМ технология высокоскоростных сетей. – М.: Эко-Трендз, 1998. – 85с.
- 12 Слепов Н.А. Синхронные цифровые сети SDH. – М.: Эко–Трендз, 1999.

					<i>11070006.11.03.02.087.ПЗВКР</i>	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		