

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ  
КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество  
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Кафедра Идентификационных технологий  
«ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ»

Заведующий кафедрой к.т.н. доцент Хелсимбаева Ж.С.  
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)  
«    » 201 г.  
(подпись)

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

На тему: Исследование характеристик качества обслуживания  
в АТМ-сетях

Специальность 55071300 Радиотехника, электроника и телекоммуникации  
Выполнил(а) Спанбай Еран Мурзабекұлы Группа СТКу-13-2  
(Ф.И.О.)

Научный руководитель к.т.н. профессор Луизинская Э.М.  
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

Консультанты:

по экономической части:

к.э.н. профессор Алыбаева С.А.  
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)  
«19» мая 2016 г.  
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:

д.т.н. профессор, академик Юсубаев М.Ж.  
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)  
«18» мая 2016 г.  
(подпись)

по применению

вычислительной техники: доцент Барманова Ю.М.  
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)  
«22» мая 2016 г.  
(подпись)

Нормоконтролер: доцент Барманова Ю.М.  
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)  
«23» мая 2016 г.  
(подпись)

Рецензент: д.т.н. профессор Мисенков А.А.  
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)  
«25» мая 2016 г.  
(подпись)

Алматы 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ  
КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество

«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Факультет Радиотехника и связи

Кафедра Цифровых коммуникационных технологий

Специальность Радиотехника, электроника и телекоммуникации

**ЗАДАНИЕ**

на выполнение дипломного проекта

Студенту Джанбай Ерлан Мурзабекули  
(Ф.И.О.)

Тема проекта Исследование характеристик качества обслуживания в АТМ-сетях

Утверждена приказом по университету № 142 от «13» Октября 2015 г.

Срок сдачи законченного проекта «25» мая 2016 г.

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

1. Рассчитать вероятность потери вызова при скорости 65 кбит/с и числе цифровых каналов  $V_1=30, V_2=240$ , числе категорий источников  $n_1=2, n_2=3$
2. Исследовать изменение характеристик сети при вариации нагрузки с применением пакета GPSS word

Перечень вопросов, подлежащих разработке в дипломном проекте, или краткое содержание дипломного проекта: 1. Современное состояние



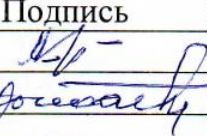
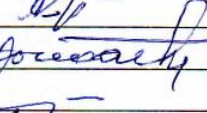



АТМ-сетей, 2. Принципы оценки качества обслуживания мультисервисной сети, 3. Качество обслуживания в АТМ-сетях, 4. Системы характеристик качества обслуживания в мультисервисных сетях, 5. Моделирование сети в среде GPRS, 6. Системы информационной нагрузки оператора, 7. Оценка эффективности научного исследовательских работ. Составление финансового плана

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): 1. Схема построения мультисервисной сети, 2. Принципы оценки качества обслуживания в мультисервисных сетях, 3. Схема построения сети доступа, 4. Листинг программы, 5. Окно полученных значений, 6. Блок-схема имитационной модели, 7. Зависимость сред времени пребывания звонка в системе на просмотр видео от величины поступающей нагрузки, 8. Схема микрокнута в зале оператора в эксплуатационный режим

Основная рекомендуемая литература: 1. Денисова Т.Б., Литвицкий,

Жазаров А.Н., Симонов М.В., Фоминев С.М. Мультисервисы - М: ЭКО Трензд, 2005-320с, 2. Боев В.Э и др. Моделирование систем Учебное пособие - СПб, БХВ-Петербург, 2004 - 368с. 3. Юсубаев М.Т. Методическое указание Алматы: АИЭС 2008 10с, 4. Аманжолова К.Б., Алимбаева С.А. Экономика предприятия Учебное пособие Алматы: АИЭС, 2003

Консультации по проекту с указанием относящихся к ним разделов проекта

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Эконом. часть	Алимбаева С.А.	05.02-18.05.16	
Взнос, организационный	Юсубаев М.Т.	01.02-18.05.16	
Техническая часть	Лещинская Э.М.	25.01.-25.05.16	
Применение ВТ	Тармашова Ю.М.	10.03.-22.05.16	
Уормоконтроль	Тармашова	13.05.-23.05.16	

# График

## подготовки дипломного проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Введение	10.12.15г - 13.12.15г	Выполнено
Современное состояние ATM-сетей	17.12.15г - 28.12.15г	Выполнено
Параметры и методы обеспечения QoS	04.01.16г - 18.01.16г	Выполнено
Обеспечение качества обслуживания в сетях ATM	21.01.16г - 29.01.16г	Выполнено
Расчет характеристик качества обслуживания в мультисервисных сетях	01.02.16г - 19.02.16г	Выполнено
Расчет характеристик качества обслуживания в мультисервисных сетях	23.02.16г - 11.03.16г	Выполнено
Расчет характеристик качества обслуживания в мультисервисных сетях	14.03.16г - 25.03.16г	Выполнено
Моделирование мультисервисной сети на GPSS	27.04.16г - 10.05.16г	Выполнено
Расчет микроклимата в зале операторов и нормальная нагрузка операторов	11.04.16г - 18.05.16г	Выполнено
Разработка организационного плана.	29.04.16г - 19.05.16г	Выполнено

Дата выдачи задания «10» декабря 2015 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (подпись) (Зеленцова К.С.) (Ф.И.О.)

Научный руководитель проекта \_\_\_\_\_ (подпись) (Лещинская Э.М.) (Ф.И.О.)

Задание принял к исполнению студент \_\_\_\_\_ (подпись) (Денисов Е.М.) (Ф.И.О.)

### **Аннотация**

В данном дипломном проекте рассмотрены вопросы обеспечения качества обслуживания в АТМ-сетях. Выполнен анализ качества работы АТМ-сетей методами аналитического и имитационного моделирования с использованием языка GPSS. В экономической части дипломного проекта выполнен расчет окупаемости исследовательских работ. В разделе безопасности жизнедеятельности рассмотрены вопросы микроклимата в помещении и информационной нагрузки оператора.

### **Abstract**

In this diploma project addressed issues of the quality of service in ATM-network. It was performed the analysis of the quality of the ATM-network by the analytical methods and simulation using GPSS language. In the economic part of the diploma project calculated the payback research. The life-safety section describes how indoor climate and information load of operator.

### **Аңдатпа**

Бұл дипломдық жобада АТМ-желілеріндегі қызмет көрсетудің сапасын қамтамасыз ету мәселелері қарастырылды. GPSS тілін пайдалану арқылы имитациялық үлгілеу және таңдамалы әдістермен АТМ желілері жұмысының сапасына талдау жасалынды. Дипломдық жобаның экономикалық бөлімінде зерттеу жұмыстарының өтелімділігі есепделінді. Өмірлік іс әрекет қауіпсіздігі бөлімінде бөлмедегі микроклимат және оператордың ақпараттық жүктеме мәселелері қарастырылды.

## Содержание

Введение.....	7
1 Современное состояние АТМ-сетей .....	8
1.1 Построение мультисервисных сетей .....	8
1.2 Услуги мультисервисной сети.....	9
1.3 Структура сети .....	11
1.4 Технология АТМ.....	14
1.5 Соединения на сети АТМ .....	18
1.6 Постановка задачи .....	22
2 Качество обслуживания и его оценка мультисервисных сетях .....	23
2.1 Параметры и методы обеспечения QoS.....	23
2.2 Традиционная оценка качества услуг .....	27
2.3 Гарантированное качество обслуживания .....	29
2.4 Соглашение об уровне качества услуг .....	32
2.5 Обеспечение качества обслуживания в сетях АТМ.....	38
3 Расчет характеристик качества обслуживания в мультисервисных сетях.....	47
3.1 Математическая модель узла коммутации.....	47
3.2 Оценка QoS при мультисервисном обслуживании .....	49
3.3 Расчет характеристик качества обслуживания в мультисервис-ных сетях.....	50
3.4 Моделирование мультисервисной сети на GPSS .....	63
4 Безопасность жизнедеятельности.....	68
4.1 Анализ условий труда .....	68
4.2 Расчет микроклимата в зале операторов .....	70
4.3 Расчет информационной нагрузки оператора.....	73
5 Экономическая часть проекта.....	76
5.1 Резюме.....	76
5.2 Услуги .....	78
5.3 Стратегия маркетинга.....	78
5.4 Финансовый план.....	79
5.5 Трудоемкость .....	79
5.6 Расчет себестоимости .....	80
Заключение .....	86
Список сокращений .....	87
Список литературы .....	90
Приложение А Листинг программы.....	92
Приложение Б Результаты моделирования .....	101
Приложение В Справка антиплагиата	
Приложение Г Электронная версия ДП и демонстрационные видеоматериалы (CD-R)	
Приложение Д Раздаточные материалы (формат А4 – 16 листов)	



## Введение

Рассматривая передачу информации по линиям связи на сегодняшний день, очевидно, что ситуация координально изменилась по сравнению с временем, когда операторы регионального и национального уровня просто предоставляли линии связи клиентам в аренду, не беспокоясь, какая именно информация передается по радиоканалам или медным проводам. Главной задачей было своевременно модернизировать систему и поддерживать ее в рабочем состоянии.

Важным отличием является то, что объем информации, передаваемой по линиям связи, увеличился в несколько раз. В то же время усложнился вид самой передаваемой информации – это могут быть и голосовые сообщения, и видеосигналы и просто данные. В данной ситуации недостаточно просто строить линии с высокой пропускной способностью – появляется необходимость обеспечения эффективности использования данной пропускной способности и сопряжения с остальными системами связи в данном регионе.

В настоящее время при построении сетей на первый план выходят мультисервисные сети, т.е. сети нового поколения. Их отличительными характеристиками являются широкая полоса пропускания, маневренность, пакетная коммутация и способность с одинаковым качеством передавать различные виды информации.

Для решения вышеперечисленных задач применяется технология АТМ (Asynchronous Transfer Mode). Эта технология имеет ряд преимуществ, такие как независимость от физического уровня, работа в мульти протокольной информационной среде (нужна при организации глобальных сетей, например, Internet), поддержка любого вида топологии, эффективность контроля сложного трафика, а также способность одновременно передавать информацию разного рода (голос, видео, данные) в неоднородной среде.

Изначально технология АТМ предназначалась именно для обеспечения качества обслуживания, что с каждым днем занимает все большую роль в современных сетях. Переход к новым мультисервисным технологиям меняет саму идею предоставления услуг, т.е. гарантия качества основывается уже не только на договорном соглашении с представителем услуг и соблюдении стандартов, но и на уровне операторских сетей и технологий.

## **1 Современное состояние АТМ-сетей**

### **1.1 Построение мультисервисных сетей**

Традиционные сети связи (телефонные сети общего пользования – ТФ ОП, сети передачи данных - СПД) – это сети, характеризующиеся определенной специализацией. Для отдельного вида имеется своя сеть, требующая частной разработки и технических услуг, при этом одна сеть не может воспользоваться свободными ресурсами другой сети. Мультисервисная сеть дает возможность отказаться от множества наложенных вторичных сетей, обеспечить введение новых услуг с разными условиями относительно объема передаваемой информации и качества передачи. Необходимость в формировании мультисервисных сетей растет в соответствии с изменениями рынка телекоммуникационных услуг. При использовании мультисервисных сетей оператор может в более полном объеме использовать полосу пропускания для объединения разных видов трафика и предоставлять различные услуги пользователям. Последние же, в свою очередь, удовлетворяют свои потребности в получении различного вида информации при доступе в любое время из любой точки.

Мультисервисная сеть представляет собой комплексную информационно-телекоммуникационную структуру, поддерживающую различные виды информации (голос, видео, данные) и предоставляет любые виды услуг (новые и традиционные, дополнительные и базовые) с дифференцированным гарантированным качеством и ценами, которые могут удовлетворять все категории пользователей, в произвольной точке, в произвольное время.

Мультисервисная сеть (рисунок 1.1) позволяет:

- управлять всеми услугами передачи данных: «прозрачными» локальными сетями, выделенными линиями, Frame Relay, АТМ;
- объединить трафик при широкополосном доступе;
- объединить трафик мобильных сетей и консолидацию трафика в опорной сети;
- использовать инфраструктуру телефонной связи нового поколения;
- сблизить физический уровень и уровень данных при построении опорного оптического узла Core Node;
- объединить трафик опорных/пограничных IP-маршрутизаторов.

При построении мультисервисной сети основываются на универсальных средах передачи, универсальных технологиях сети и протоколах, обеспечивающих интеграцию услуг и сходимость сетей. Сходимость, т. е. конвергенция – это процесс соединения разъединенных сетей передачи голоса, видео и данных, которые существуют на сегодняшний день, и соответствующих технологий с единой технологической основой (к примеру, взаимодействие сетей пакетной коммутации с Тф ОП на базе программного коммутатора Softswitch, взаимодействие оптической сети с сетью передачи данных с на основе технологии Generalized Multi Protocol Label Switching



(GMPLS), объединение ATM-сетей и IP-сетей по технологии Multi Protocol Label Switching (MPLS)).

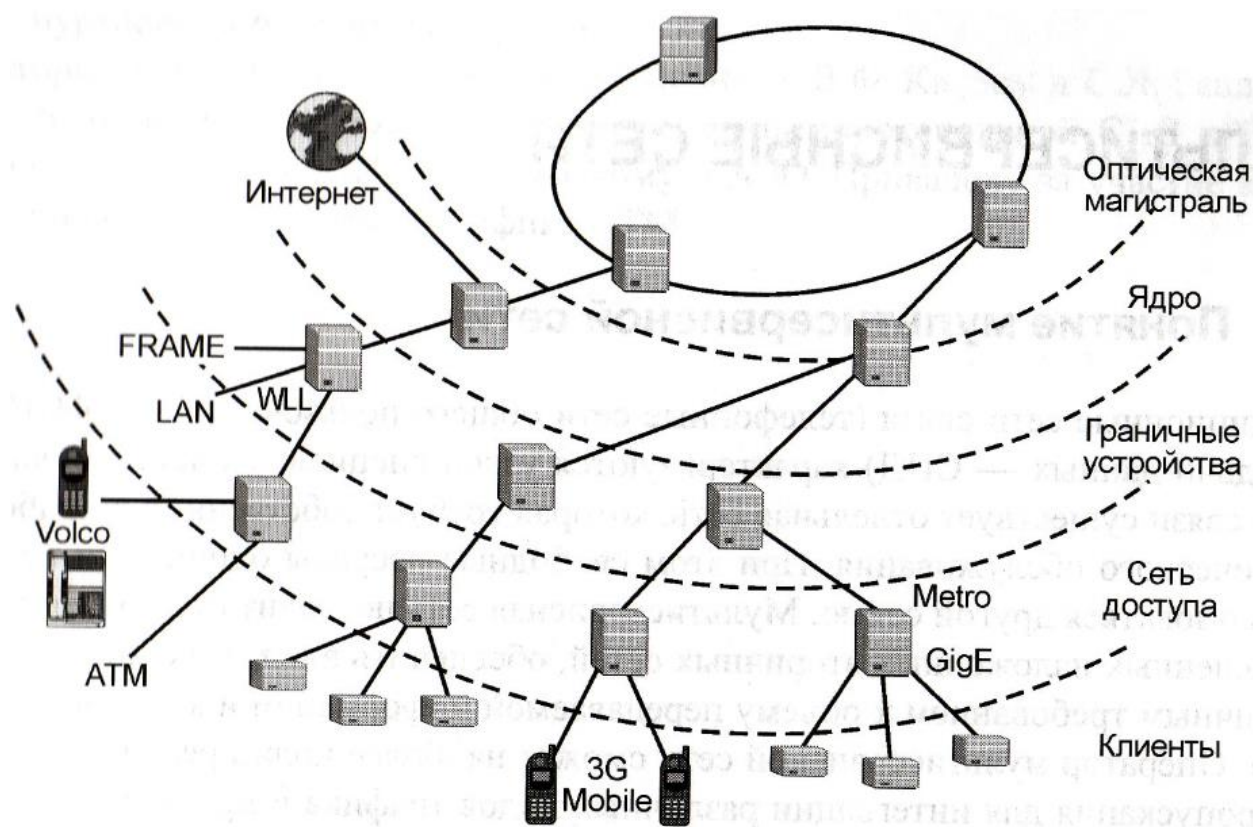


Рисунок 1.1 – Мультисервисная сеть

Интеграция услуг – это предоставление различных видов услуг на базе общей универсальной технологии. В случае единой транспортной технологии в сети осуществляется обмен информацией путем введения всех типов трафика (видео, голос, данные) в общий протокол. Это может быть, к примеру, AAL1-AAL5 (ATM) либо IP-протокол.

Единая мультисервисная среда в случае с технологией конвергенции гарантирует предоставление всех услуг агрегируемых сетей. Операторы при этом имеют возможность расширить и перечень, и качество предоставляемых услуг, открывая для себя смежные области отрасли телекоммуникаций. Это позволяет создавать и абсолютно новые услуги, которые находятся на границе или являются сочетанием традиционных технологий передачи голоса, видео и данных.

В итоге можно сказать, что мультисервисная сеть является расширенным набором услуг с различной пропорциональностью цена/качество [1].

## 1.2 Услуги мультисервисной сети

Мультисервисная сеть предоставляет услуги, которые можно разделить на два типа: базовые и дополнительные. Первые необходимо предоставлять во

всех узлах сети, вторые – только при фактическом наличии спроса на них со стороны поставщиков либо пользователей (рисунок 1.2)

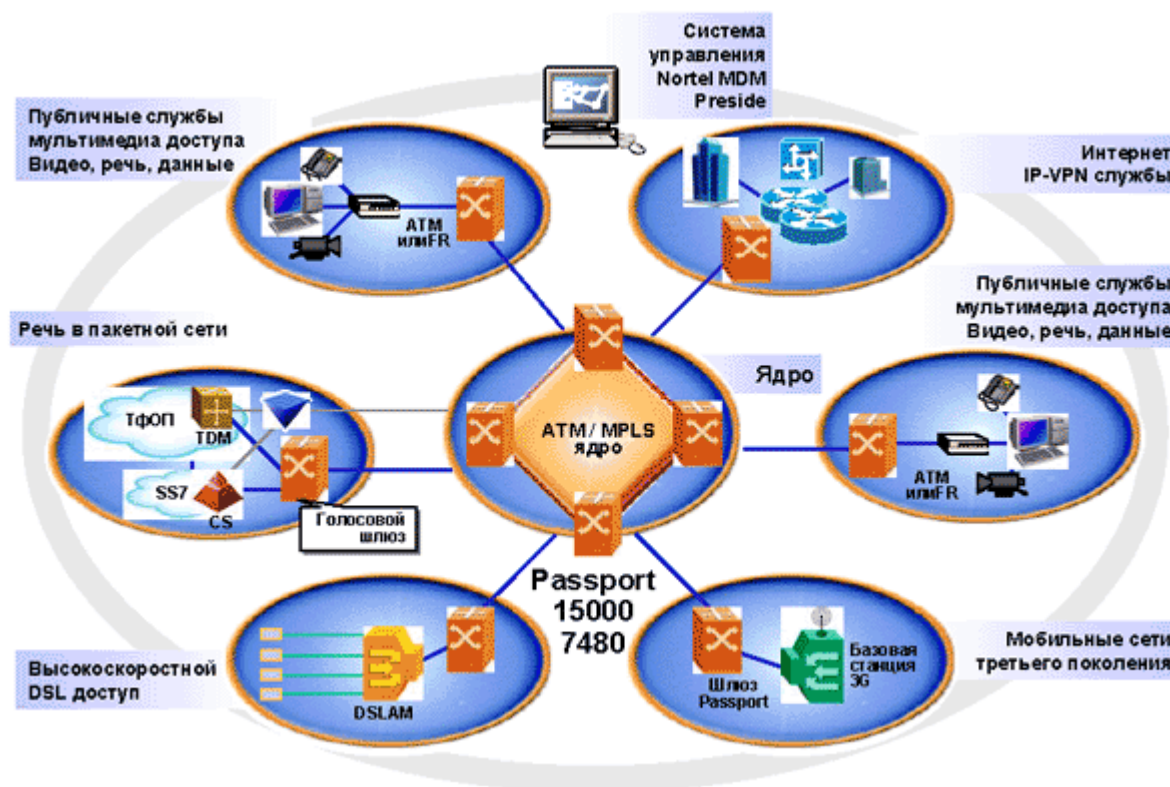


Рисунок 1.2 – Услуги мультисервисной сети

К базовым услугам мультисервисной сети относятся:

- передача трафика данных корпоративной сети;
- передача трафика мобильных сетей;
- передача традиционного телефонного трафика;
- передача трафика мобильных сетей;
- передача трафика данных Интернет;
- доступ к сетям передачи данных;
- доступ в сеть Интернет.

К дополнительным услугам относятся:

- продажа либо предоставление в аренду емкости коммутаторов доступа DSL, данная услуга является заменой прямому предоставлению доступа в сеть Internet для конечных потребителей;
- передача голосовых данных IP-телефонии;
- передача видеоданных для организации видеоконференций;
- передача видеоданных от студий;
- создание виртуальной частной сети;
- услуги, обеспечиваемые контент-поставщиками: видео- и аудио- по запросу (данная услуга обеспечивает организацию по запросу трансляцию определенной видео- (аудио-) программы), «интерактивные новости»

(обеспечение возможности для пользователей прослушивания, просмотра или чтения информации о произошедших за какой-либо промежуток времени событиях), электронный маркет (возможность выбора товара в «электронном магазине», пользователь получает по нему подробную информацию о его цене, потребительских свойствах и др.), интерактивное обучение (видео- и аудиообучение различным предметам), игротека (позволяет провести свободное время за различными электронными играми);

- доступ в сеть Internet с заданием следующих параметров: обеспечиваемой минимальной и максимальной полосы пропускания, допустимых пределов вариантов задержки, допустимой максимальной задержки;

- гарантия обеспечения необходимого уровня обслуживания [1].

### 1.3 Структура сети

Телекоммуникационной структурой мультисервисной сети обеспечивается обработка и передача различного вида информации, также она предоставляет пользователю полный спектр услуг.

На магистральных участках обычно используют оптические технологии передачи, т.к. магистраль мультисервисной сети должна уметь подвергаться обработке и пакетные, и традиционные трафики сетей с коммутацией пакетов. Операторам же необходимо осуществлять соединение инфраструктуры IP и ATM для прямого предоставления вспомогательных услуг. Связь между данными инфраструктурами осуществляет MPLS. Магистраль должна иметь производительность от сотен Мбит/с до сотен Гбит/с. Для обеспечения вышеперечисленных условий предпочтительнее использовать плотное мультиплексирование с разделением каналов по длине волны (Dense Wave-Division Multiplexing, DWDM). Данная система при помощи распределения по длинам волн входящих оптических сигналов, которые отвечают стандартам SDH, и последующего мультиплексирования данных сигналов в виде цифрового потока в одном волокне увеличивает пропускную способность волоконно-оптического кабеля.

Мультиплексированный системой DWDM сигнал передается от пункта мультиплексирования до пункта демультиплексирования в оптической форме без каких-либо оптико-электрических преобразований. Система DWDM имеет свойство прозрачности, т.е. никаким образом не оказывает влияние на структуру мультиплексируемых сигналов. В итоге сетевой оператор увеличивает пропускную способность кабелей, при этом ему становится легче осуществлять интеграцию системы DWDM с данным сетевым оборудованием. Технология DWDM поддерживает протоколы GMPLS, представляющие универсальные механизмы слияния транспортных оптических и пакетных технологий.

Мультисервисная сеть состоит из опорной сети и сети доступа (рисунок 1.3). Построение опорной сети осуществляется на базе технологий SDH, MPLS, DWDM, IP, ATM. ATM-магистраль обладает рядом преимуществ:

высокая степень транспортной емкости и качественное обслуживание смешенного трафика. Мультисервисные платформы обеспечивают мультисервисный транспорт и сходимость с современными сетями связи, являясь при этом основой опорной сети.

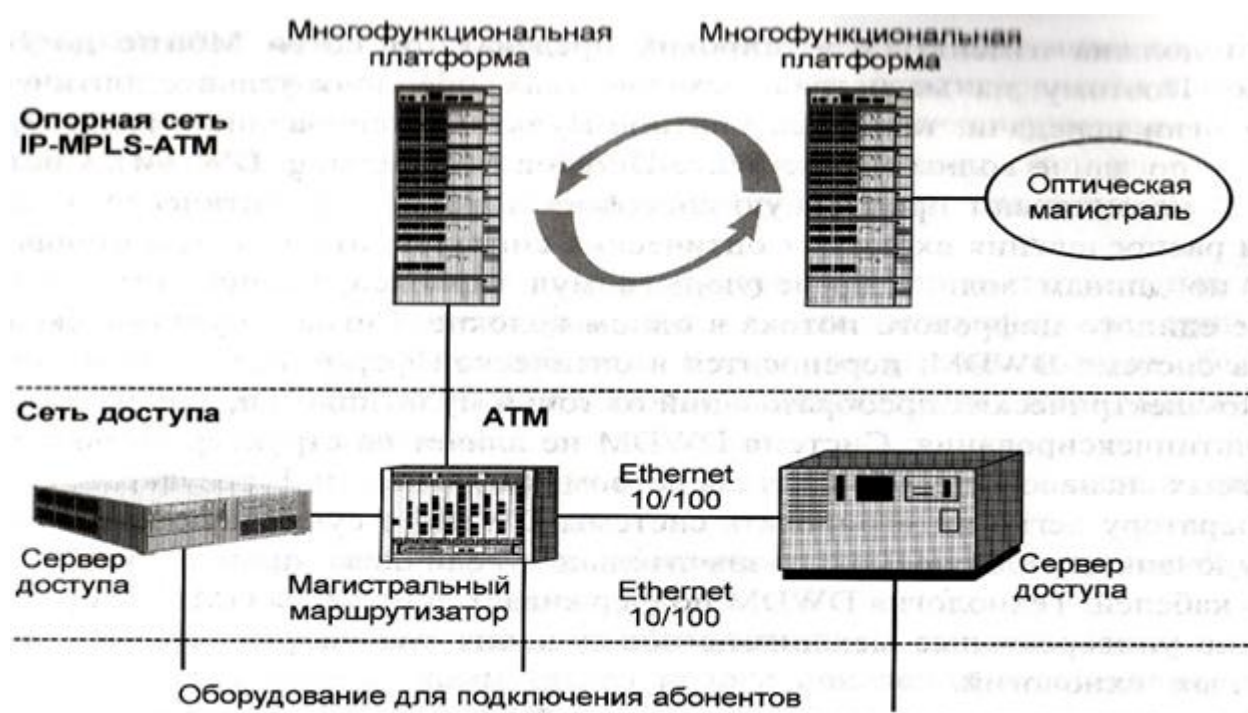


Рисунок 1.3 – Структура мультисервисной сети оператора связи

Мультисервисная платформа предполагает постепенное наращивание различных параметров и разностороннее внедрение новых видов обслуживания. Она также должна иметь возможность обрабатывать и агрегировать информацию самых разных типов, к которым относятся Frame Relay, Asynchronous Transfer Mode (ATM), телефония, выделенные линии, Internet Protocol/Multiprotocol Label Switching (IP/MPLS) и Ethernet, организуя прохождение транспортных потоков непосредственно по интеллектуальной оптической магистрали. К мультисервисным платформам относятся: платформа Alcatel 7670 RSP, маршрутизатор Cisco GSR, мультисервисный коммутатор Lucent GX-550. Пример исполнения мультисервисных возможностей опорной сети на платформе Alcatel 7670 RSP показан на рисунке 1.4.

Сеть доступа предполагает разные варианты решения при подключении абонентов. Один из примеров организации сети доступа показан на рисунке 1.5.

Услуги, которыми обеспечиваются абоненты, при использовании данной схемы:

- коммутируемый IP-доступ абонентов;
- услуги по созданию VPN.



- обеспечение по телефонной паре услуги передачи голоса/данных в крупных зданиях (гостиницах, бизнес центрах);
- высокоскоростное подключение абонентов небольших офисов по xDSL.

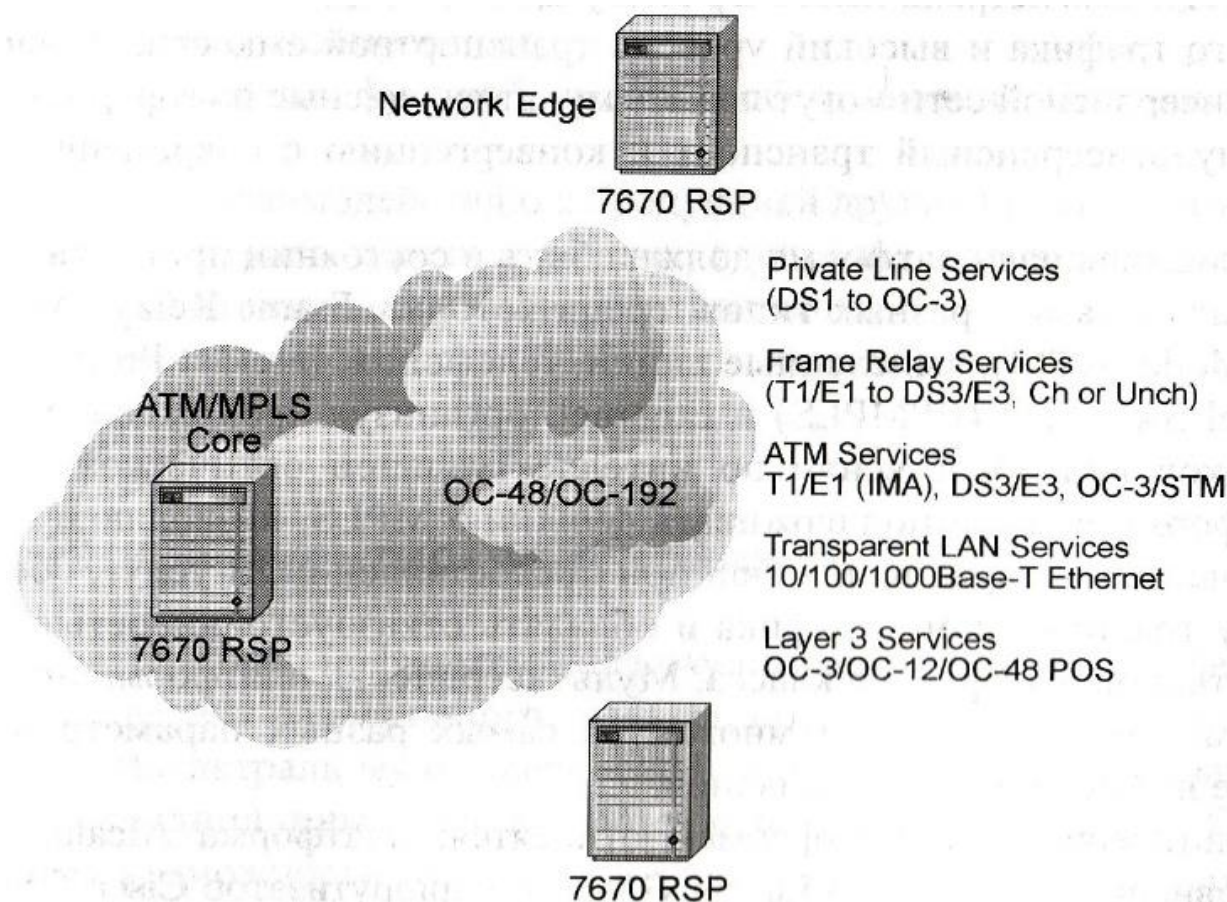


Рисунок 1.4 – Реализация мультисервисных возможностей Alcatel

При организации сети доступа обычно используются следующие технологии:

- пассивная оптическая сеть (Passive Optical Network, PON);
- цифровая абонентская линия (Digital Subscriber Line, xDSL);
- беспроводная широкополосная технология для местной сети, радиодоступ (Local Multipoint Distribution System, LMDS);
- решение для последних метров (Home PNA);
- сегмент сети доступа с комбинацией ВОК/коаксиальный кабель (Hybrid Fixed/Coax, HFC);
- ATM;
- Ethernet/Fast Ethernet.

Мультисервисные сети на базе ATM являются самым экономичным решением для создания крупномасштабных корпоративных сетей. В сетях доступа экономически эффективно применять технологию ATM для мультиплексирования линий xDSL. Выигрыш при организации мультисервисных сетей на базе ATM определяется высоким качеством

обслуживания и возможностью технологии ATM предоставлять пропускную способность по требованию.

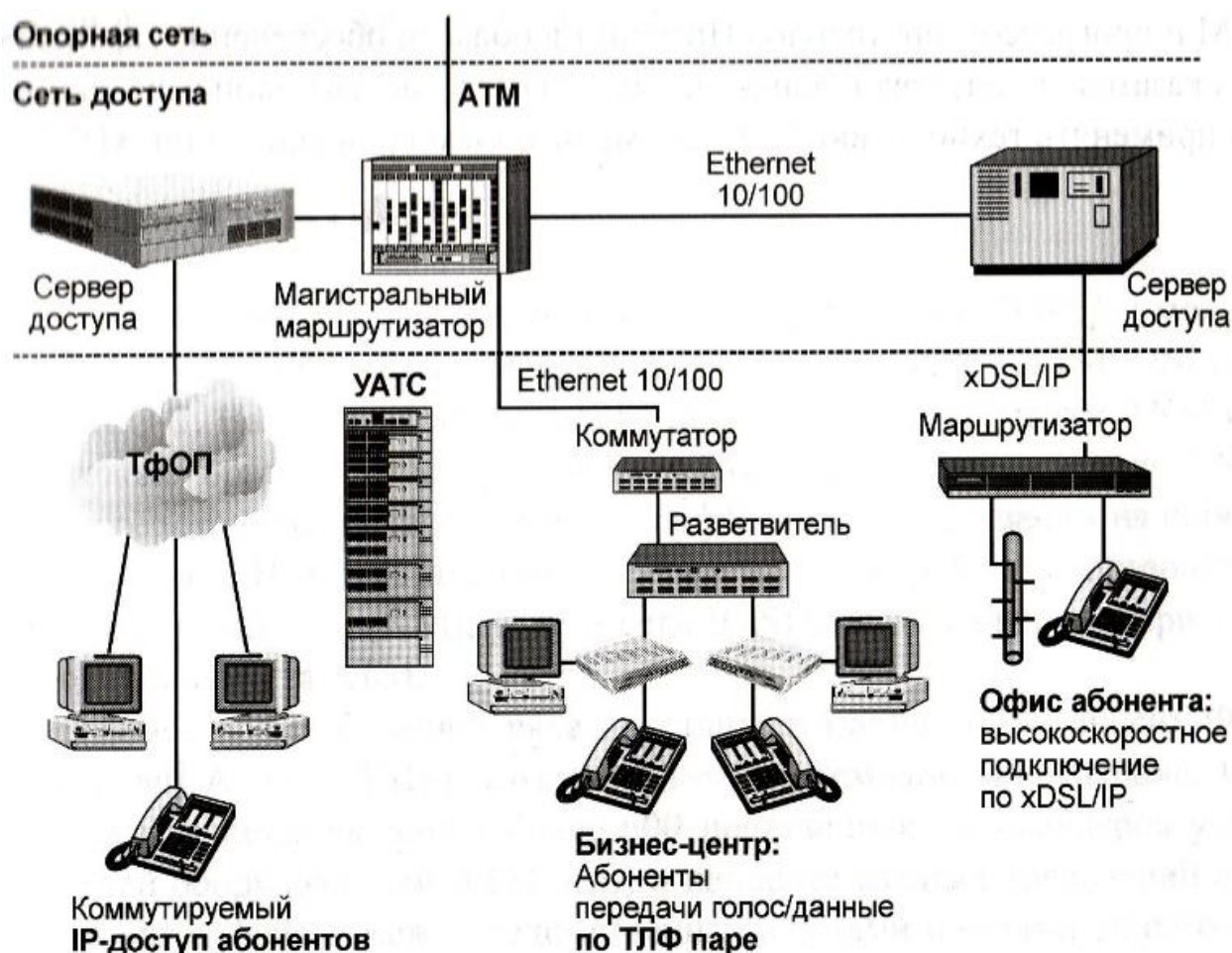


Рисунок 1.5 – Пример построения сети доступа

#### 1.4 Технология ATM

ATM (Asynchronous Transfer Mode) – это асинхронный режим передачи сообщений. Технология ATM осуществляет передачу, коммутацию и мультиплексирование данных, которые представлены в виде ячеек. Ячейками называют последовательности небольших стандартных блоков цифровых данных постоянной длины. При передаче ячейки данных одного пользователя попеременно вводятся в общий поток данных по мере генерирования их источником. В итоге создается довольно гибкая система, которая позволяет предоставлять логические каналы для различных услуг связи с определенной шириной полосы, не устанавливая физический канал соответствующей ширины.

ATM является технологией, которая позволяет передавать интегральный график (видео, голос, данные), придерживаясь требованиям качества передачи и условиям загрузки канала. Технология ATM более сосредоточена на соединении, поэтому до передачи информации от одного

пользователя к другому создается виртуальный канал, действующий вплоть до окончания передачи.

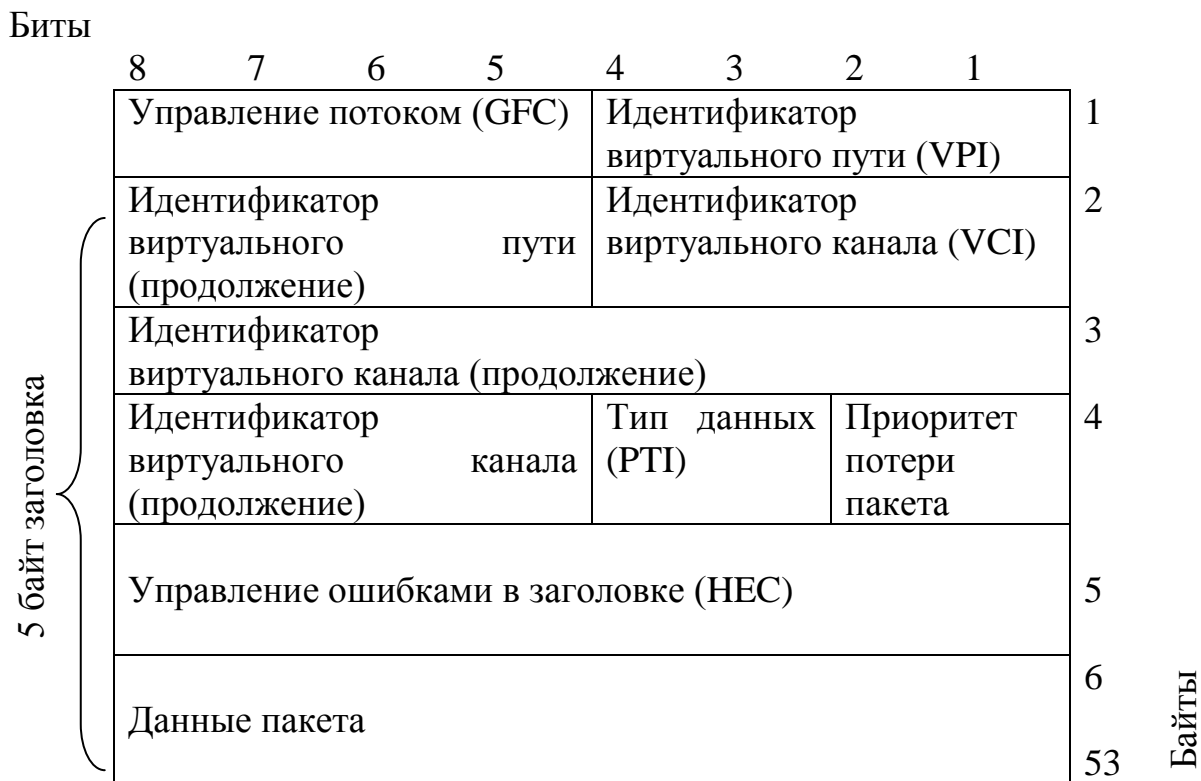


Рисунок 1.6 – Форма АТМ-ячейки

Рассмотрим рисунок 1.6, где представлен формат ячейки АТМ, передаваемой между пользователем и сетью.

Основную часть поля ячейки занимают данные, размерностью 48 октет – с 6-го по 53-й. Октет, подобно байту, означает восемь двоичных разрядов. Заголовок, служащий для распознавания ячеек, которые принадлежат определенному соединению, и их маршрутизации, занимает верхние пять октетов. В заголовке основное место занимают идентификатор виртуального пути (8 разрядов) и идентификатор виртуального канала (16 разрядов). Помимо них, два разряда заняты описанием типа данных и два разряда приоритета потери ячейки, четыре разряда - полем управления потоком, которое служит для регулирования процесса доступа терминалов к сети. Т.к. информация, передаваемая в заголовке, является очень важной, для нее выделяется восемь разрядов для обнаружения ошибок (и исправления одной ошибки).

Стандартная сетевая архитектура цифровой передачи состоит из трех уровней: сетевой уровень, уровень канала и физический уровень. Технология АТМ фактически является развитием физического уровня, однако при этом традиционный физический уровень должен быть дополнен рядом специфических функций, которые определяются технологией АТМ. В итоге между физическим и верхними уровнями в модели протокола АТМ

добавляются уровень АТМ и уровень адаптации к АТМ (ATM Adaptation Layer - AAL) (рисунок 1.7).

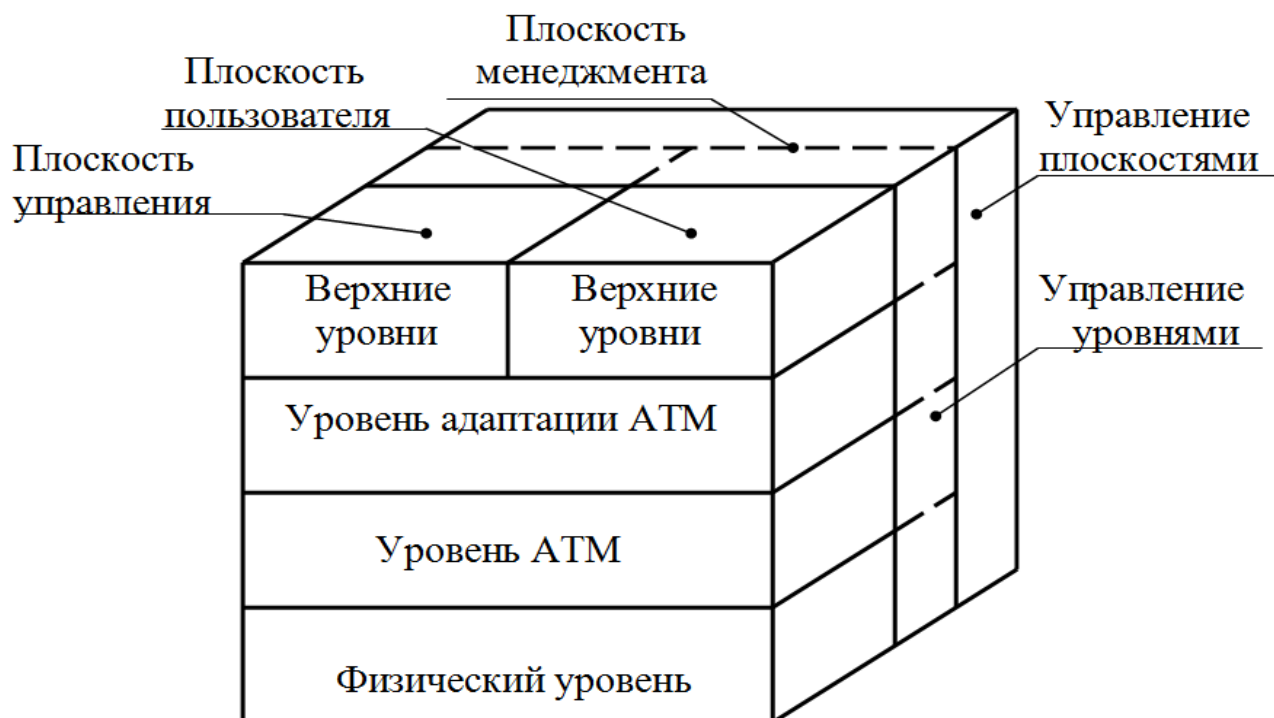


Рисунок 1.7 - Структура стека протоколов АТМ

Физический уровень работает со определением передающей среды и схемой кодирования сигналов. Скорости передачи данных в нем - от 25,6 Мбит/с до 622,08 Мбит/с. Также возможно использование других скоростей передачи, как более низких, так и более высоких.

Уровень АТМ обеспечивает передачу пакета, определяет порядок передачи данных в ячейках и использование логических соединений.

Уровень адаптации АТМ (AAL) нужен для поддержки не основанных на АТМ протоколов передачи. Этот уровень отображает информацию высших уровней на ячейки АТМ, передает их и затем собирает информацию из ячеек для доставки ее на высшие уровни.

Эталонная модель состоит из трех отдельных плоскостей.

Плоскость пользователя: обеспечивает передачу информации, а также связанные с ней функции управления (к примеру, управление потоком данных и защита от ошибок).

Плоскость менеджмента: осуществляет функции управления вызовами и управления соединением.

Плоскость управления – выполнение функций управления, относящихся к системе в целом, координацию между всеми плоскостями и управление уровнями – осуществление функций управления, которые относятся к расположенным в объектах протокола ресурсам и параметрам [2].



В технологии АТМ есть основа прямого соединения между периферийными устройствами.

Генерируемые динамически виртуальные каналы могут иметь различные приоритеты и различные гарантии пропускной способности в которых они нуждаются, в которых один высокоскоростной физическое соединение может быть установлено несколько ВС с различными характеристиками.

В АТМ включен очень мощный инструмент для регулирования трафиком, который до сих пор далеки от достижения пределов своего совершенства - таких, как разнообразное категории качества услуг и трудные механизмы обратной связи. Они могут одно и тоже передавать информацию разнородных типов, представленные противоположные требования к параметрам соединения. Эти механизмы позволяют объединить на одной линии трафика с различными протоколами. Напоследок, эти механизмы обеспечивают оптимальное распределение полосы пропускания между разнородные ВС и эффективный захват ее неиспользованной части, таким образом, избежать перегрузки сети к физическому истощению своего потенциала. Вследствие сети АТМ, которые могут удовлетворить все противоречивые требования разнородных типов трафика и разнородных протоколов.

В сети АТМ весь трафик, относящийся иному или к конкретному виртуального канала падает на те и только те устройства и порты, которые зависит от этого канала. За счет увеличения количества станций, общий трафик, передаваемые по сети растет примерно линейно. Например, когда разложение в десять раз сетевого общего трафика также увеличился в 10 раз.

В сетях АТМ, адреса станций анализируются только один раз, когда соединение установлено. После этого АТМ ячейки несут только виртуальный путь и номер виртуального канала, и переключатель необходимое минимальное количество операций, чтобы передавать их по назначению. Эти операции выполняются на аппаратном уровне, и именно поэтому в коммутация АТМ намного более реалистичным и доступным, чем переход на Ethernet с той же скоростью.

В Сетевой коммутатор АТМ анализирует только заголовок ячейки и не учитывает другие ее байта. Вмешиваться на его работе с внешней стороны очень трудно, если она вообще получится: в современных коммутаторах эта обработка выполняется на уровне аппаратном. В АТМ сети просто не имеют двери, которые пришлось бы вешать замки: виртуальные каналы разделены глухими стенами. Это качественно новый уровень безопасности.

Имеет эластичное управление трафиком, поддержку смешанного трафика с разнородные протоколы и конфиденциальность.

Данная технология может успешно сосуществовать со всеми существующими локальными сетями, со всеми протоколами и с большей частью оборудования, используемого в них

## 1.5 Соединения на сети АТМ

Сети с асинхронной передачей АТМ построены из трех важных элементов. Первый - это средства доступа, которые выполняют функции мультиплексирования и концентрации исходящей (соответственно демультимплексирования и распределения входящей) нагрузки. Данные средства находятся в узлах доступа, и от такого узла услуги АТМ передаются в сети доступа практически по любой физической среде, в том числе и симметричный телефонный кабель с парной скруткой. Второй элемент - это средства коммутации, которые располагаются и в узлах доступа, и в магистральных узлах. К третьему элементу относятся средства управления сигнализацией и предоставлением услуг, которые сосредоточены на сетевых узлах.

На сети АТМ предоставляются услуги с установлением соединения. В АТМ рассматриваются соединения по виртуальным каналам (VC) и путям (VP). Виртуальным каналом называется главный элемент сети, который определяет характеристики однонаправленной передачи ячеек (рисунок 1.8).

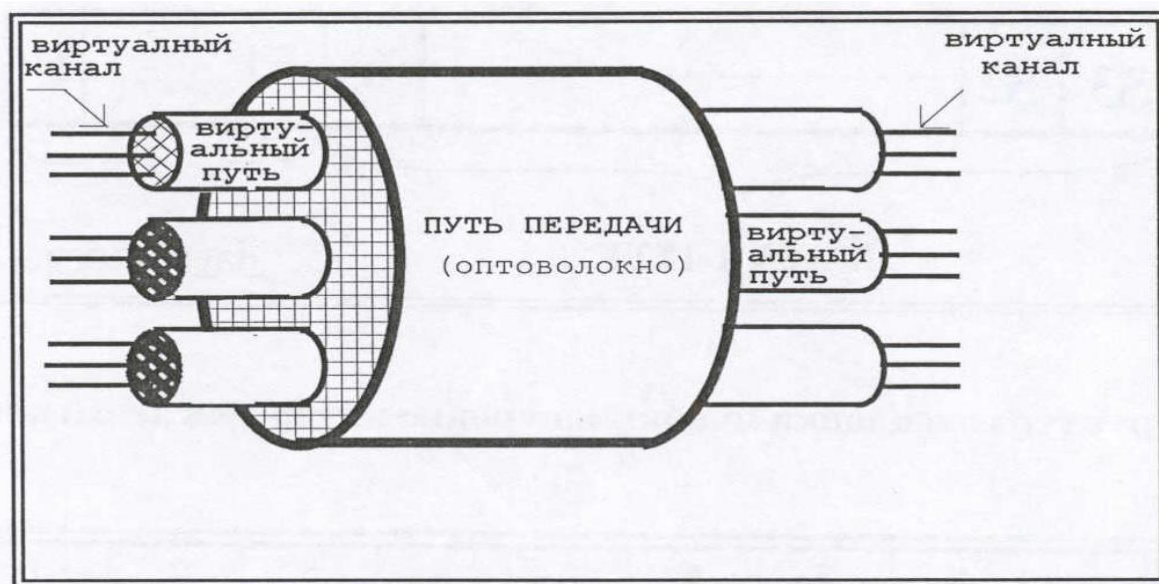


Рисунок 1.8 – Виртуальные каналы и виртуальные пути

Важной особенностью сети АТМ является применение виртуальных каналов (VC) и путей (VP), т.к. большинство ориентированных на установление соединений сетей используют только виртуальные каналы.

В сети АТМ устанавливаются однонаправленные соединения, так как некоторые услуги в каждом из направлений передачи предоставляются с различными показателями качества обслуживания (QoS). При одинаковых параметрах качества QoS в обоих направлениях в процессе установления соединения выбираются два VC, передающие информацию в разных направлениях. Виртуальный канал создается во время установления соединения между оконечным оборудованием двух пользователей, к примеру,

между двумя хостами. Звено VC (VC link) – это часть виртуального канала между двумя точками коммутации в сети ATM. Информация для маршрутизации ячеек и сервисные параметры образуется к моменту создания VC. Соединение VC (VC connection, VCC) являет собой цепь из множества звеньев VC.

Пучок VC с одинаковыми оконечными точками характеризуется виртуальным путем; также VC коммутируется в одном месте. Звено VP – это путь VP между двумя коммутаторами ATM от точки к точке, а соединение VP (VPC) – цепь из множества звеньев виртуальных путей. Внутри одного VP пользователь может иметь одновременно несколько VC, для которых устанавливается только одно логическое соединение.

Ячейка содержит адрес, включающий идентификаторы виртуальных канала (VCI) и пути (VPI). Идентификаторы VCI и VPI, определяющие соединение между конечными точками пользователей, задаются для каждого звена сети ATM и остаются постоянными в течение одного соединения.

Это чем-то схоже с телефонной сетью, где для каждой взаимодействующей пары пользователей создается выделенная полоса пропускания с заранее заданными характеристиками качества обслуживания (QoS). Весь разнородный трафик преобразуется в 48-байтовые ячейки, с добавлением пятибайтовых заголовков.

Сеть ATM построена на базе оптоволоконных линий. На сегодняшний день скорости передачи в опорной сети составляют 155 и 622 Мбит/с, но также есть оборудование, осуществляющее передачу на скорости 2,4 Гбит/с. Организация мультисервисных сетей, с ограниченной территорией (городские, районные и т.д.), осуществляется на базе оборудования ATM и выделенных (темных) оптических волокон. В данном случае интервал переприема между коммутаторами ATM составляет не более 60 км.

Сеть на основе ATM выигрышно отличается от других, т.к. ей требуется меньшее количество оборудования разных типов. ATM обеспечивает:

- передачу всех видов информации, обеспечивая при этом нужную полосу пропускания и ее динамическое перераспределение;
- обеспечение пользователя различными интерфейсами;
- поддержка смешанной топологии;
- образование виртуальных сетей.

Сети ATM в настоящее время являются самыми надежными, т.к. им характерны высокоэффективное использование полосы пропускания, в частности при передаче трафика от локальных сетей, разновидности предоставляемых пользователю интерфейсов и возможность поддержки смешанной топологии. Также их создание без использования первичной канальной структуры на интервалах переприема до 60 км обеспечивает значительную экономию средств организации сетей, занимающих ограниченную территорию (городские, районные и т.д.) [1].

В сети ATM происходит согласование трафика (трафик-контракт) между коммутатором и конечной станцией. Согласование трафика – это

соглашение по пропускной способности и задержкам в соединении до момента его установления.

При получении запроса на установление виртуального соединения коммутатор выполняет операцию контроля за установлением соединения (Connection Admission Control, CAC). В ходе данной процедуры коммутатор выполняет проверку наличия доступных ресурсов в канале или порте, через который пришел запрос на установление соединения. Если коммутатор может поддерживать соединение в соответствии с требованиями, указанными в запросе, не заглушая существующие активные соединения, он устанавливает соединение и оповещает предыдущий коммутатор о значениях идентификаторов нового соединения. В обратном случае он блокирует соединение, создает специальный ответ и возвращает его отправителю или предыдущему коммутатору.

Постоянное виртуальное соединение (Permanent Virtual Connection, PVC). Соединение PVC устанавливается посредством какого-либо внешнего механизма, как правило, посредством административного управления сетью. При этом ряд коммутаторов между источником и приемником ATM программируется определенным значением ИБК и ИВП.

Коммутируемое виртуальное соединение (Switched Virtual Connection, SVC). Соединение SVC устанавливается автоматически, посредством сигнального протокола. Соединение SVC не требует ручного вмешательства, необходимого для настройки PVC, и, поэтому, оно получило более широкое распространение. Протоколы высокого уровня, действующие в сетях ATM, как правило, используют SVC.

Существуют, в зависимости от типа соединения (SVC или PVC), два основных варианта соединения ATM

Межточечное соединение (point-to-point), при котором две оконечные ATM-системы соединяются между собой. Такое соединение может быть однонаправленным или двунаправленным.

Точечно-многоточечное соединение (point-to-multipoint), при котором одна передающая оконечная ATM-система (так называемый “корневой узел”) соединяется с несколькими принимающими оконечными системами (их называют “концевыми узлами”). Тиражирование ячеек в сети осуществляется посредством коммутаторов ATM, в которых соединение расходится на несколько ветвей. Такое соединение является однонаправленным и позволяет передавать информацию из корня на концевые узлы, в то время как концевые узлы, в рамках того же соединения, не могут передавать информацию корню или друг другу.

#### 1.5.1 Управление ATM-трафиком в процессе передачи

После того, как соединение было установлено в соответствии с уровнем качества обслуживания по желанию пользователя (QoS) соглашений и условий сетевого трафика готова передать клетки. Соглашение о трафике то



вроде как "закон" в связи с этим. Предположим, что станция брейки и передает гораздо больше трафика, чем это предусмотрено в Соглашении

Существуют две главные функции управления трафиком: управление контролем трафика и контроля от перегрузок.

Основная функция управления контролем трафика является контроль за соединением. В ходе этого процесса мониторинга трафика потоков и соблюдения условий соглашений с целью защиты сетевых ресурсов от несанкционированного использования (или злоупотребления), которые могут намеренно или ненамеренно повлиять на качество услуг, предоставляемых другими пользователями в сети установленных соединений. на соединениях мониторинга NNI уровня является обязательным, и называется NPC (Network Control Параметр). Приведем один из самых простых механизмов мониторинга и контроля трафика на NNI-интерфейс. В случае нарушения соглашения о ячейке трафика, входные наборы переключателей бит приоритета потери CLP (Cell Loss Priority), равное 1, тем самым отметив, что она имеет низкий приоритет. Если ячейка не нарушал условия соглашения с сетью, он остается бит CLP установлен в 0, что указывает на высокий приоритет. В случае перегрузки в сети клеток с приоритетом 1 будут уничтожены, и с приоритетом 0 передаются.

Есть два приоритета испытаний модели:

- CLP модель прозрачной передачи битов, в котором сетевое устройство игнорирует CLP-биты. Эта модель используется, например, когда САА CBR Постоянная скорость передачи данных, для которых гарантия является важным показателем элементов задержки.

- модель внимательно проверки CLP, который используется, когда избирательное разрушение клеток с CLP-бит, 1 используется Эта модель, например, когда САА NRT-VBR, что важно, чтобы обеспечит пакетный индекс вероятности доставки.

В качестве опции функция управления дорожным движением в банкомате принята процедура сглаживания неравномерного трафика, ограничивая его. Этот механизм служит предупреждением для перегрузки сети.

АТМ Forum определил два метода контроля перегрузки.

- четкое указание перегрузок при прямой передаче EFCI (Explicit Forward пробки Индикация).

- относительная скорость маркировки RRM (относительная скорость маркировки)

Переключатель режимов EFCI устанавливает соответствующий бит в заголовке ячейки. Имея ячейку конечного станцию, принимающую адаптивно снижает скорость ячейку соединения. Если такие соединения используются в ячейки управления ресурсами RM-ячейки с определенным значением VCI = 6, конечной станции, получатель может сообщить отправителя о перегрузке. В этом получатель станция отправляет RM-ячейки

с указанием перегрузки конечная точка отправителя станции. Услуги AAL CBR, VBR-NRT, RT-VBR, UBR, можно использовать режим EFCI.

Терминальная станция режим RRM отправки периодически генерирует и отправляет всю связь с ячейки данных RM-ячейки. Устройство-приемник посылает их обратно отправителю, тем самым определяя, перегружена или промежуточный переключатель. Режим RRM переключатель может сам сообщить перегрузки, и сообщить получателю EFCI перегрузки отправителя. Поэтому режим RRM более эффективным. Метод RRM является обязательным для обслуживания ABR.

Существуют три наиболее эффективными селективное разрушение ячеек.

- разрушение остатка пакета TPD (Trail Packet Discard)
- раннее разрушение пакета EPD (Early Packet Discard)
- раннее произвольное разрушение RED (Random Packet Discard)

Режим TPD в случае перегрузки выключателя падает ячейки с  $CLP = 1$  бит. Так как потеря одной ячейки делает весь пакет, который является частью бесполезная, коммутатор продолжает выбрасывать оставшиеся пакет ячеек, за исключением последнего. В противном случае, существует ассоциация дефектным пакет со следующими исправен. Таким образом, TPD режим должен послать последний ячеек получателю пакета.

Переключатель режимов EPD использует пороговое значение, которое определяется коэффициентом нагрузки (например, предельная длина очереди). После определения этого порога срабатывает механизм EPD. Если вы вошли в первую ячейку длины пакета, а затем уничтожил все ячеек пакета, а затем переключатель возвращается в исходное состояние EPD.

Переключатель RED режима определяет возникновение перегрузки на порогового значения, а также механизм EPD. Если нагрузка превышает этот порог, то коммутатор начинает маркировать каждого входящего ячейку определенная вероятность того, значение, которое является функцией нагрузки. Итак, переключатель для каждого пакета определяет предельный уровень. Если во время первого уровня нагрузки пакета ячейки превышает пороговое значение, коммутатор будет отбрасывать весь пакет. Чем выше вероятное значение, тем больше пакет разрушается. Вероятность разряда растет с увеличением средней длины очереди.

## **1.6 Постановка задачи**

Конкуренция среди поставщиков телекоммуникационного оборудования и развитие технологий привели к снижению стоимости оборудования, а это, в свою очередь, стимулировало рост трафика и разработку новых услуг. Развитие телекоммуникационных сетей определяется тремя факторами: ростом трафика, достижениями в области технологий и необходимость создания для общества новых услуг.

Требование обществом новых услуг, рост трафика приводят к обновлению принципа построения сетей примерно каждые 10 лет.

На сегодняшний день мы рассматриваем мультисервисные сети, предназначенные для обеспечения неограниченного набора услуг с различными возможностями по их управлению, персонализации и созданию новых услуг за счет унификации сетевых решений, предполагающая реализацию универсальной сети, вынесение функций предоставления услуг в оконечные сетевые узлы и интеграцию с традиционными сетями связи.

Максимально эффективное использование уже построенной цифровой инфраструктуры позволяет организовать построение мультисервисных сетей. Экономическая эффективность инвестиций должна быть обеспечена за счет широкого использования услуг, предоставляемых мультисервисной сетью. Мультисервисная сеть, обладающая практически неограниченными возможностями по передаче огромных потоков информации, основана на базе технологии ATM благодаря развитию новых сетевых решений.

В этих условиях эффективное использование дорогостоящих ресурсов сети не потеряло своей актуальности, так как для реализации потенциальных возможностей сети нужен достаточный трафик. Для привлечения необходимого количества пользователей сеть ATM может предоставлять различные услуги о передаче различных видов информации.

Мультисервисная сеть ATM в передаче различных типов трафика должны обеспечить надлежащее качество обслуживания.

Для решения этой задачи, рассматриваемой в данной работе является разработка моделей, алгоритмов и программного обеспечения для контроля качества обслуживания

- потери для каждого класса;
- характеристики сети;
- предельное количество источников для каждой категории;
- расчет мощности пучков, пропускной способности канала;
- расчет зависимости вероятности блокировки телефонных звонков и среднее время пребывания в системе приложений для просмотра видео и передачи данных.

## **2 Качество обслуживания и его оценка мультисервисных сетях**

### **2.1 Параметры и методы обеспечения QoS**

Совершенно очевидно, что в ближайшее время, продолжится тенденция организации интегрированных, мультисервисных сетей. Нынешний состояние Интернета показывает, что обработка всего трафика на равных условиях приводит к серьезным проблемам, особенно с ограниченной пропускной способностью. Таким образом, передача критически важных данных может быть временно заблокирована из за , передачи большого файла. В связи с этим, при создании сети с комбинированными функциями, которые необходимы, чтобы обеспечить необходимый уровень сервиса для каждого приложения. В противном случае пользователи будут вынуждены отказаться от мультисервисной сети в пользу старого одноранговой сети.

Большинство проблем возникает при попытке "собрать" набор одной функции сети в гибкой мультисервисной сети. Более трудно получить такую сеть, которая была бы в состоянии решить все проблемы абсолютно. Сетевые функции могут быть изменены, появляются новые. Меняются и ориентированных сетей, с ними они приносят новые требования к сети. рабочие станции пользователей в настоящее время предоставляют услуги для обработки сообщений, видео, телефония и т.д.

Поэтому существует необходимость обеспечить время реакции, пропускную способность сети и другие параметры сети. Эта технология была разработана и стала известна как качество обслуживания (качество обслуживания, QoS).

Качество обслуживания использует категоризации и приоритизации трафика, что обеспечивает трафик с более высоким приоритетом лучшие условия для передачи через сетевой магистрали, независимо от требований к пропускной способности, трафик менее важных приложений. Качество обслуживания технологии могут быть использованы для определения стоимости услуг мультисервисной сети.

Сеть это просто инструмент, который люди используют для достижения своих целей. Создание сети не является самоцелью - он предназначен для пользователей и, следовательно, должны выполнять свои пожелания, требования и т.д. Таким образом, для полного анализа требований, необходимых для объединения мнения пользователей и разработчиков [3] , Вопросы обеспечения QoS можно разделить на две основные категории

- параметры эффективности сети, которые требуется отслеживать для контроля уровня QoS;
- процедуры, которые требуется производить для поддержания необходимого уровня QoS.

Параметры эффективности сети представляют собой набор указателей, которые система может имеет возможность применить для контроля работоспособности сети, а также для дополнительных целей. Параметры, применяемые для описания QoS:

- задержка из-конца-в-конец (end-to-end delay) – время, прошедшее с момента создания пакета данных до передачи его конечному пользователю;
- джиттер (jitter) – спектр конфигурации задержки при передаче пакетов в одном и том же потоке данных;
- задержка установления соединения (establishment delay) – предельная задержка между запросом пользователя на установления соединения и подтверждением поставщиком услуг;
- задержка обрыва соединения (release delay) – предельная задержка между запросом пользователя на обрыв соединения и подтверждением поставщиком услуг;
- максимальная пропускная способность (maximum throughput) – предельная число пакетов, которое приложение может передавать в единицу времени;



- средняя пропускная способность (medium throughput) – среднее количество пакетов, которое должно передавать приложение в единицу времени ;
- коэффициент потерь (loss ratio) – отношение числа потерянных пакетов к количеству переданных;
- приоритет – определяет очередность обслуживания сеансов;
- стоимость – определяет предельную допустимую цену сетевого соединения.

Чтобы полноценно применить эти характеристики, нужно квалифицировать ряд операций, позволяющих поддерживать QoS на уровне, который сможет поддерживать поставщик услуг для удовлетворения пользователя. К ним относятся:

- классификация QoS (QoS classification) – определяет нужные уровни QoS, которые интерпретируются системой. Каждый из этих уровней сети будет своя классификация QoS. Значения могут задаваться в виде требуемых значений или уровней. Также классификация QoS могут определить действия, которые необходимо выполнить при нарушении (ухудшении) заданного уровня QoS;

- отображение QoS (QoS Mapping) – осуществляет функции автоматического преобразования представлений QoS на различных уровнях, что устраняет пользователя от необходимости оценивать состояние сервисов в терминах QoS, применяемых на нижних уровнях;

- установление соглашения QoS (QoS Negotiation) – определение совокупности характеристик, обеспечивающих нужные для данного сеанса уровни QoS, и выяснение компонентов системы, способных его обеспечить. К примеру , на сетевом уровне выбирается маршрут, на котором все входящие в него узлы сумеют гарантировать подобранные характеристики QoS;

- резервирование ресурсов (Resource Allocation). Для того чтобы обеспечить нужный уровень QoS на протяжении всего сеанса, нередко бывает необходимо назначить определенные ресурсы использования в данном сеансе. К ним могут относиться: буфера, процессорное время, полоса пропускания и т.д. Предоставленная функция обязана выполняться в тесном взаимодействии с функцией установления соглашения ;

- контроль доступа (Admission Control) – проверка того, что система в состоянии гарантировать требуемый уровень услуг, не нарушая работу уже выполняющих приложений;

- техническое обслуживание (QoS maintenance). Для поддержания оговоренного уровня QoS не всегда требуется статистическое выделение ресурсов во время установления соглашения QoS. Не редко вместо этого необходимо использовать динамическое обслуживание QoS, чтобы обеспечить, что производительность отдельных компонентов системы не будет превышена. Представленная функция необходима при одновременном статистическом применении совокупных ресурсов несколькими сеансами. К примеру может служить процессорное время, разделяемое между задачами, одновременно выполняющимися на одном узле;

- мониторинг QoS (QoS monitoring) – позволяет квалифицировать смещение в худшую сторону параметров QoS в течение сеанса связи, что дает пользователю вероятность вовремя сделать нужные действия. К примеру, принять новый уровень QoS, отказаться от продолжения сеанса, попробовать произвести процедуру повторного установления соглашения QoS;

- повторное установление соглашения (QoS Renegotiation) – процедура установления соглашения для тех компонентов системы, которые уже принимают участие в сеансе связи. Потребность ее проведения может быть обоснована как ухудшением уровня QoS, так и желанием оператора зарезервировать общие системные ресурсы за счет низкоприоритетных сеансов. Кроме этого, пользователь имеет возможность пожелать использовать в различное время одни и те же каналы для разных целей и пользоваться при этом повторным установлением соглашения с целью экономии средств.

Добавочную сложность при обеспечении QoS вызывает те обстоятельства, что пользователи рассматривают качество предоставляемых услуг индивидуальный (например, при просмотре видеоматериалов его интересует качество принимаемого изображения). Этим образом, они рассматривают качество услуг «в целом», а не в виде совокупности параметров, значения которых зачастую не понимают. В связи с данным операторы связи нуждаются в универсальном методе договариваться с пользователем о качестве предоставляемых услуг, т.е. способе, который бы представил для оператора качество услуг с точки зрения пользователя. Этим способом стало «соглашение об уровне обслуживания» (Service Level Agreement - SLA).

Наиболее эффективная возможность (Best Effort Service). Данная модель применяет все доступные сетевые ресурсы без выделения отдельных классов трафика и регулирования. Считается, что эффективный механизм для обеспечения QoS является увеличение пропускной способности. В принципе, это правильно, но некоторые типы трафика (например, голос) очень чувствительны к изменению задержки пакета, и ускорить их прохождение. Best Effort Service Model, даже при наличии огромных запасов позволяют перегрузки в случае резких всплесков трафика.

Для этого, с целью обеспечения соответствующих QoS в сетях ATM, международная организация IETF определила две основные модели интегрированных услуг (Intserv) и дифференцированные услуги (DiffServ).

Комплексное обслуживание (IntServ) гарантии через QoS (End-To-End), обеспечивая необходимую пропускную способность. IntServ использует протокол сигнализации RSVP (Протокол резервирования сетевых ресурсов), которая предусматривает, что все промежуточные узлы. Протокол работает следующим образом: узел источника к данным требует определенного количества нестандартного качества обслуживания (например, постоянная

полоса пропускания для передачи видеосигнала) посылает специальное сообщение на пути сети (пути сообщения), содержащий информацию о типе информации, передаваемой и необходимой ширины полосы. Сообщение передается между маршрутизаторами через линию от передающего узла до места назначения, в данном случае определяется последовательностью маршрутизаторов, которые необходимо резервировать определенную полосу пропускания. Маршрутизатор, принимающий сообщение, проверяет свои ресурсы, чтобы определить возможность оказания необходимой пропускной способности. В его отсутствие, маршрутизатор отклоняет запрос. При необходимости пропускную способность до него, маршрутизатор задает алгоритм обработки пакетов таким образом, что поток всегда обеспечивает необходимую ширину полосы частот, а затем передает сообщение следующего маршрутизатора вдоль пути. В результате, весь путь от узла-отправителя к месту назначения зарезервирована полоса пропускания.

Дифференцированные услуги (DiffServ). Дифференциация относится к разделению службы движения на основе классов качества требованиям обслуживания. Каждый сетевой трафик дифференциации класса *per-hop behavior* и обрабатываются в соответствии с QoS для данного класса устройств. Это качество схемы обслуживания (QoS) часто называется схемой CoS. Следует отметить, что само по себе не подразумевает дифференцированное обслуживание для обеспечения качества обслуживания. Согласно этой схеме выделяются классы трафика, каждый из которых имеет свой собственный приоритет. По этой причине, дифференцированные услуги часто называют достаточно мягким QoS (мягкий QoS). Дифференцированные Услуги полезно в сетях с приложениями с высокой интенсивностью движения. В этом случае важно, чтобы убедиться, что административное деление сетевого трафика от другого трафика, а также присвоить ему приоритет, что позволяет в любое время, чтобы убедиться, что подключение к сети.

## **2.2 Традиционная оценка качества услуг**

Первые исторические системы оценок и механизмов поддержки качества обслуживания были разработаны для традиционных обликов электросвязи – телефонии и телеграфии. Ясно, что сегодняшний день при широком применении сетей передачи данных, быстром внедрении широкополосных технологий и замене телеграмм на сообщения электронной почты параметры качества обслуживания и механизмы их поддержки в телеграфных сетях становятся не востребованными. Построения и эксплуатации при ТфОП задача обеспечения гарантированного качества обслуживания состоит в том, чтобы обслуживание телефонного вызова производилось с соблюдением всех установленных норм, в том числе, и поставленных показателей качества передачи речи.

Если говорить о службах мультимедиа, следует подчеркнуть, что речь идет не просто об одновременной передаче по сети сигналов различных служб, а о такой интеграции, при которой в любой момент времени

передается информация различных видов, относящаяся к одному и тому же процессу, предмету и пользователю.

Предоставление информации различных видов обязана быть синхронизирована и с фазирована, так как только при этом условии изображение, голос, музыка, текст создают в результате интеграции единый тип.

Услуги мультимедий содержат составляющий компоненты: аудио, видео, неподвижное изображение, графика, текст, данные. Для каждого из них качество услуг регламентирует отдельно.

Составляющие «аудио» включает речь, музыку и иные звуки, передаваемые в реальном масштабе времени. Для «аудио» установлено 4 уровня качества в зависимости от ширины полосы частот сигнала:

- A0 – минимальное качество речи, достаточное для определения речи различных пользователей, не хуже, чем при ИКМ со скоростями 48, 56 или же 64 кбит/с или с линейной вероятности на скорости 16 кбит/с;

- A1 – качество речи с полосой 7 кГц не хуже качества, обеспечиваемого кодеком АДИКМ на скорости 48 кбит/с;

- A2 – вещательное качество музыки/речи с полосой 15 кГц не хуже качества ИКМ с 14-ти разрядным линейным квантованием и компандированием на скорости 384 кбит/с;

- A3 – высокое качество звука с полосой 20 кГц или же качество компакт-диска.

Не считая обозначенных норм, учитывается угнетение эхо-сигналов и регламентация величины времени распространения сигналов в одну сторону – меньше 150 мс, а в спутниковых каналах – менее 400 мс.

Лишь только для определенных положений, к примеру мультимедийной службы телеконференции, допускаются задержки больше 400 мс.

Для компонента «видео» в зависимости от разрешающей возможности установлено 5 уровней качества:

- V0 – минимальное видеотелефонное качество – «говорящая голова» одного человека, распознавание и определение выражения его лица при условии ограничений и медленной подвижности;

- V1 – главное качество видеотелефона: показ головы и плеч одного человека и движение его губ, характерные свойство для его разговора;

- V2 – главное качество для видеоконференции: показ не менее трех сидящих человек, движения которых ограничены теми, которые применяются при разговоре; подходящий допустимый способностей – 288 строк и 352 элемента в строке для передачи яркости, 144 строки и 176 составляющих в строке для передачи цвета;

- V3 – качество телевизионного вещания для систем с 525 или 625 строками;

- V4 – качество телевидения высокой четкости.

Не считая того что, рекомендовано ограничивать время образования нового изображения при замене передающей камеры и время распространения по каналу связи величинами, приведенными для составляющих «аудио».

Для составляющих «текст» в зависимости от объема алфавита рекомендуется три уровня качества:

- T0 – малое качество – главный алфавит и знаки препинания; конфигурации шрифта и форматирование отсутствует;
- T1 – качество видеотекста – главный алфавит, знаки препинания и комплект графических символов;
- T2 – улучшенное качество, позволяющее форматирование и выбор шрифта.

В то же время в QoS сохраняется ряд дефектов, свойственных традиционной оценке качества услуг, в частности:

- недоступность единоличной ответственности основного оператора за качество услуг в тех случаях, когда услугу гарантирует не один оператор;
- применяемые параметры качества услуг остаются в значимой мере непонятны пользователем [7].

### **2.3 Гарантированное качество обслуживания**

Обеспечения качества обслуживания стало проблемой (службы) - (QoS) в глобальных сетях стало очень актуально в связи с фундаментальными изменениями в телекоммуникационной отрасли в последние годы.

Одним из них связан с конвергенцией: разнородные инфраструктуры для передачи голоса, видео и данных, заменены единой коммуникационной среды в мультисервисных сетях. Пришествие смешанных трафиков и постоянный рост его объема стали серьезной угрозой для функционирования сети. Перевод в приложения сетевой среде имеют разные требования к уровню операторов службы движения требовали введения новых механизмов для обработки его.

Вторым важным изменением является то, по крайней мере, удовлетворить спрос на основные услуги связи выживания телекоммуникаций все больше зависит от способности предложить потребителям новый вид услуг. Главное для их реализации стали технологические достижения последнего десятилетия - Advanced Queuing алгоритмы, веб-кэширования, глобальных служб каталогов, шифрование данных. Однако решающую роль в обеспечении приемлемого качества услуг играет развитие отправки и маршрутизации технологий с учетом специфики конкретного типа трафика.

Следует отметить, что, несмотря на QoS-качества обслуживания Сокращение вездесущности, он продолжает ставить разное значение. Кроме расширенное толкование, следует понимать, сервис, обеспечивающий подкачеством трафика предсказуемость процесса, то есть способность сетевых компонентов (приложения, коммутаторы, маршрутизаторы), чтобы обеспечить доставку трафика, передаваемого с требуемыми параметрами.

Чтобы добиться данной задачи, используется два главных подхода



-резервирование ресурсы программы стратегии управления запросами на основе пропускной способности (интегрированные услуги);

-маркировка трафика и выделить требуемые ресурсы для различных классов трафика в зависимости от их приоритета (дифференцированные услуги).

Эти ресурсы могут быть выделены в виде отдельного потока данных (он определяется транспортный протокол, адрес источника и номер порта, адрес и номер порта получателя) и совокупных нескольких потоков одних и тех же параметров,

Описывая качества обслуживания, могут быть использованы следующие основные показатели: доступность услуг, задержку передачи, колебания задержки, вероятность потери пакетов и скорости передачи данных. Поскольку различные приложения имеют разное первостепенное значение для удовлетворения иногда противоречивых требований "одним махом" терпит неудачу.

К примеру, для запуска сетевого видео приложений недостаточно просто увеличить общую пропускную способность, поскольку такая мера не позволит избежать значительных колебаний задержек трафика всплесков. Кроме того, и в слегка загруженном задержки сети может сильно варьироваться, что влияет на работу приложений в режиме данного времени. Для того, чтобы обеспечить предсказуемое поведение различных услуг, требуется дать интеллектуальной сети означает, что способность определять трафик со строгими требованиями синхронизации для передачи трафика, для которых конкретные значения этих параметров не столь критично, и соответствующим образом управлять пропускной способностью распределение

Качество обслуживания (QoS) функций для обеспечения безопасной и дифференцированные услуги сетевого трафика путем передачи контроля за использованием ресурсов и его оператора нагрузки. QoS является набором требований к сетевым ресурсам при транспортного потока данных. гарантия QoS обеспечивает сквозную данных и средств управления на основе правил для повышения производительности IP-сети, такие как распределение ресурсов, коммутации, маршрутизации и механизмы организации очередей пакетов службы выделений механизма.

При QoS требуемое качество услуг достигается не методом наращивания пропускной способности службы, а за счет следующих мероприятий:

- деление всех пользователей и их заявок на некоторые категорий с различными приоритетами;

- вступление системы управления нагрузкой, передачей и коммутацией пакетов.

Управление системой является единой, т.е. она регулирует и бизнес, и услуги (службы), и сети, и элементы сетей. В рассматриваемом нюансе она гарантирует вероятность рационального рассредоточивая полосы частот

между заявками с учетом их приоритетов, управление потоками, уменьшение очередей в маршрутизаторах, сокращение количества пакетов с ошибками и потерь пакетов, уменьшение времени их передачи и его флуктуаций (джиттера).

В итоге функционирования системы управления в системах QoS проявляется в том, что пользователю обеспечивается заказанное им качество услуг, автономно не только от его трафика, но и от трафика иных пользователей. Конечно, этот эффект в ряде случаев может сопровождаться некоторым понижением качества услуг у пользователей, обладающих более невысоким приоритетом.

Ясно, что численность пользователей, обладающим высоким приоритетом, должно быть относительно невелико по сравнению с общим их числом высокоприоритетные услуги обязаны предоставляться по завышенным тарифам.

Необходимо отметить, что наиболее остро необходимость обеспечения QoS возникает в многофункциональных сетях, по которым в одно и то же время передаются сообщения различных видов, а также в службах мультимедиа.

Для этого имеются две причины. Первая состоит в том, что сети связи не индифферентны к видам информации и не могут обеспечивать одинаковое качество разных услуг. Так как сети с различными системами передачи и коммутации имеют разные свойства в отношении достоверности, времени распространения сигналов и его флуктуации.

Применяемые в сетях способы передачи и коммутации формировались применительно к определенному виду связи, предъявляющему конкретные запросы к характеристикам качества услуг.

Вторая причина заключается в том, что интеграция служб осуществляется на основе единой сети с характеристиками, благоприятными для служб одних видов связи и менее благоприятными для других.

## **2.4 Соглашение об уровне качества услуг**

Главное положения соглашения об уровне услуг (Service Level Agreement - SLA). Согласованные требования к качеству услуг гарантируются договором между поставщиком и пользователем и за несоблюдение данных гарантий поставщик несет материальную ответственность.

В связи с возникновением SLA было доработано определение качества услуг (Рекомендация МСЭ E.800). Неопределенное понятие «удовлетворение потребностей пользователя» конкретизировано в Рекомендации E.800: «Качество услуг – это уровень соотношения услуг, предоставляемых пользователю, соглашению между поставщиком и пользователем».

Во-первых формируется позиция, в которой операторы и пользователи имеют разные взгляды на качество услуг. Сетевые операторы оценивают качество услуг в области передачи информации. Пользователи телевизионных услуг телекоммуникационных услуг рассматриваются на участке от

пользователя к пользователю, то есть, они включают в себя не только передачу обслуживания, но и терминалы.

Кроме того, существующие требования к рабочим характеристикам к качеству телекоммуникационных услуг, услуг в технической терминологии, непонятной для большинства потребителей. Эти условия затрудняют гармонизации требований к качеству обслуживания между пользователями и операторами. Эта ситуация показана на рисунке 2.1.

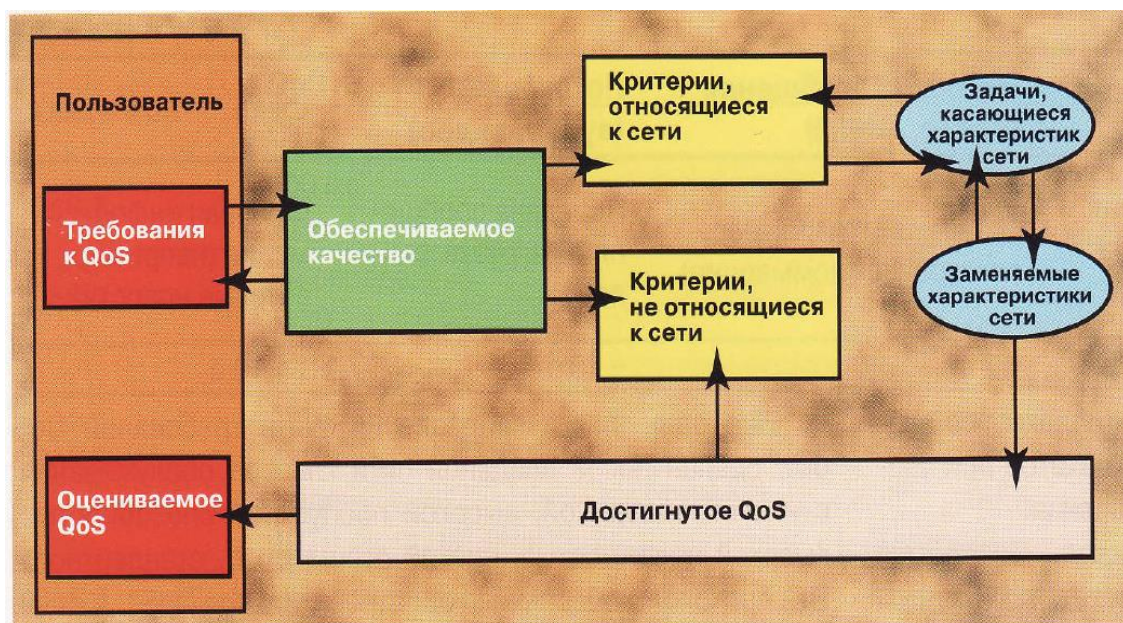


Рисунок 2.1 – Создавшаяся ситуация

SLA, соглашения между сетевыми операторами могут быть на основе параметров и стандартов качества услуг кадровых служб. SLA, вывод поставщика услуг клиенту обязан быть основаны на стандартах производительности и теле службы воспринимается пользователем. Основная структура SLA показано на рисунке 2.2.

Он показывает, технологические связи между поставщиком услуг и конечным пользователем с главным поставщиком услуг (провайдера А) по отношению к поставщику в удобной для пользователя.

Деловые отношения последний пользователь имеет только поставщиком А



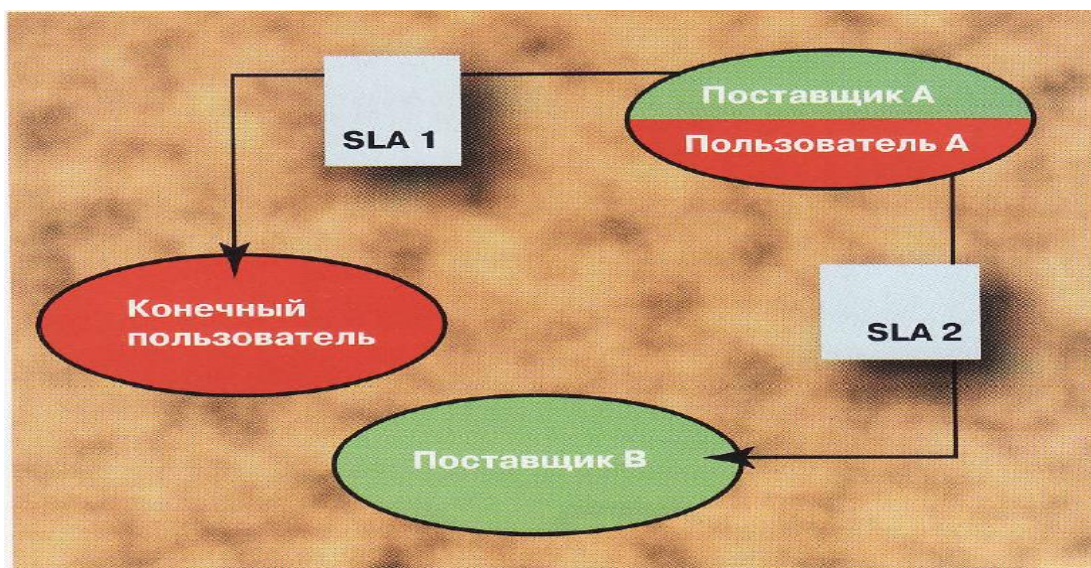


Рисунок 2.2 – Общая структура SLA

Присутствие множеств поставщиков услуг, между ними могут существовать очень трудные взаимосвязи, поскольку ведущий поставщик использует услуги, предоставляемые другими поставщиками услуг (рисунок 2.3). При этом обеспечить уровень качества QoS, заданный в SLA, становится трудным.

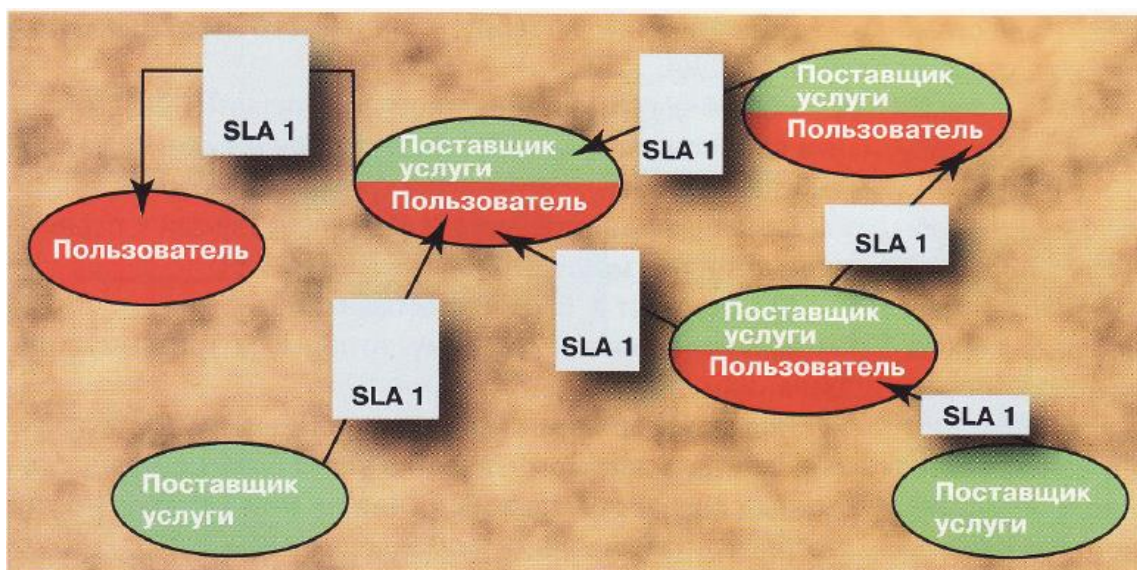


Рисунок 2.3 – Взаимосвязи при наличии большого числа провайдеров

В этих случаях SLA применяет принцип «единой ответственности», который состоит в том, что за качество услуг перед пользователем отвечает ведущий поставщик услуг, с которым пользователь заключил SLA, независимо от того сколько поставщиков услуг принимают участие в процессе обеспечения услуг.



Основу единой ответственности, содержащиеся в МСЭ E.800. Он используется для всех поставщиков услуг, участвующих в предоставлении услуг в соответствии с соглашением SLA, заключенным с конечным пользователем ведущего поставщика услуг.

Существующие системы не соблюдают условия приоритета пользователя при решении вопроса качества услуг между поставщиком услуг и пользователем.

Качество обслуживания в SLA. Весомы в SLA занимают вопросы качества сервисных параметров и стандартов на них. В этом случае одна из наиболее важной и трудной задачей связь между условием соответствия качества телематических услуг, выраженных в терминалах, а требования к удобной, и технические показатели качества обслуживающего персонала (сетей), то показано в технических терминалов (Рисунок 2.4).

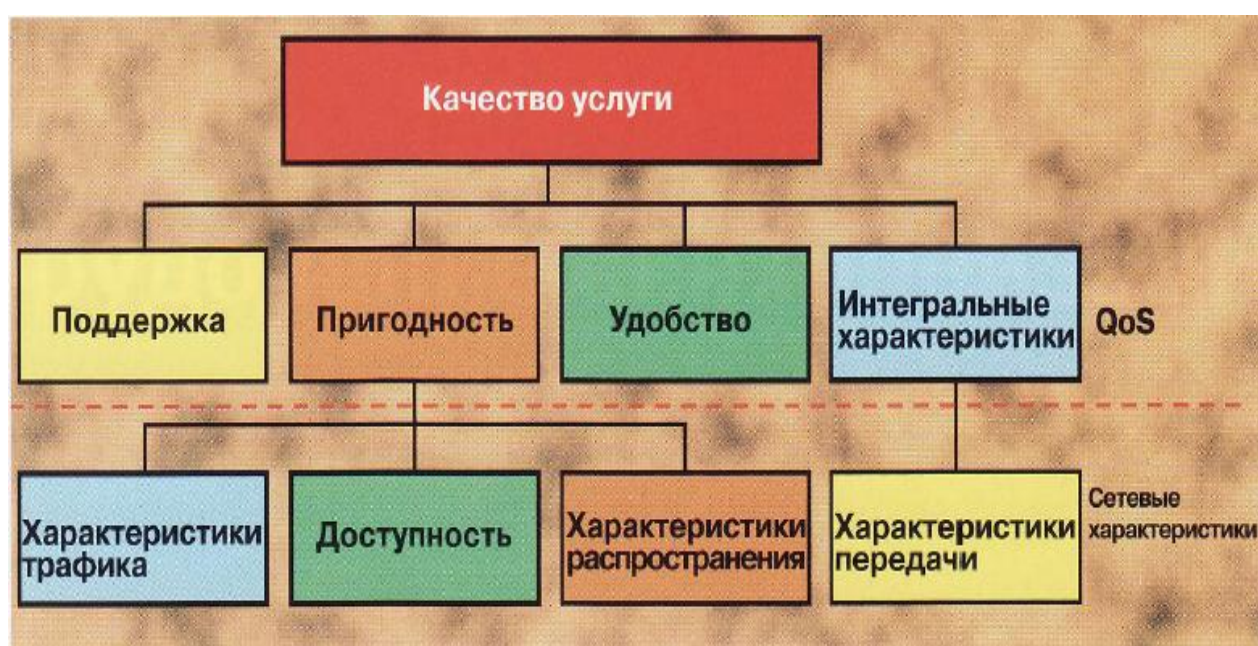


Рисунок 2.4 – Составляющие качества услуги

ETSI рекомендует устанавливать связь между QoS и сетевых характеристик эмпирического метода. В этом случае акцент делается на сбор ответов пользователей с требованиями операторов. Для классификации такого процесса в МСЭ G.1000 предложено использовать таблицы (таблица 2.1).

SLA уделяет основное внимание обеспечению выполнения согласованных обязательств со стороны оператора. Это достигается за счет использования QoS, и система управления надзора, которая обеспечивает соглашение об уровне обслуживания. Результаты такого мониторинга доводятся до сведения пользователей. Внедрение мульти-сервисных услуг сетевых операторов SLA требует определенного уровня технической оснащенности, которая должна обеспечить мониторинг показателей QoS и оповещения клиентов о выполнении заключенных соглашений. Для того,



чтобы оправдать введение SLA и разработки типовых соглашений для различных видов услуг с разным качеством требует соответствующих маркетинговых исследований, которые будут оценивать и прогнозировать потребности в этих услугах для пользователей с различной способностью платить. Тщательно составляя SLA может обеспечить некоторую компенсацию для устранения проблем с качеством услуг

Таблица 2.1 – Услуги качества

Функция услуги		Критерии качества услуги						
Продажи		Скорость	Точность	Доступность	Надежность	Защита и безопасность	Простота	Гибкость
Управление услугой	Поставка, предоставление	×						
	Изменение	×						
	Поддержка услуги	×						
	Ремонт	×	×		×			
	Прекращение	×						
Техническое качество вызова	Установление соединения	×	×	×	×			
	Передача информации	×	×	×	×	×		
	Разрыв соединения	×	×		×			
Оплата/расчет		×	×					×
Управление сетью/услугой со стороны пользователя								
Примечание - X – немаловажно для конкретной услуги критерии, для которых желательно определять численные параметры (показатели) и задавать стандартные значения								

Учтена вероятность контроля за выполнением SLA со стороны пользователя в трех видов

- личная система контроля пользователя;
- доступ пользователя к системе контроля оператора непосредственно или через Интернет;
- предоставление функций контроля специализированной компании.

Плюсы и минусы SLA. Важные положения SLA заключаются в применении надлежащих основ:

- «соглашение о качестве услуг»;

- единая обязанность «головного оператора»;
- дифференциация качества услуг в увязке с тарификацией;
- ценность пользователя при выборе качества услуг;
- понятность для пользователя изложения характеристик качества услуг и их стандартизация;
- предоставление конфиденциальности передаваемой информации.

Бесспорным достоинством SLA считается рассмотрение всех вопросов качества услуг в общем методе, независимо от вида службы, сети и применяемой технологии.

Немаловажным недостаток SLA заключается в том, что применяемая методология ограничивается неполным нормированием только показателей службы перенесения информации и отсутствует даже затрагивании о нормировании характеристик теле служб.

Качество услуг рассматриваются с помощью трех главных параметров: скорости, правильности и определенности.

Скорость характеризует нюансы производительности услуги по времени и ориентируется на базе измерений.

Правильность определяет уровень точности, с которой реализуется услуга. Данный параметр основывается или на отношении числа неправильных реализаций к общему количеству попыток, или на частоте возникновения неправильных реализаций за период исследований.

Определенность отражает уровень достоверности выполнения услуги и рассчитывается как отношение количеству отказов к общему количеству попыток или как частота отказов за период исследования.

Кроме того, оценивают косвенные характеристики, к примеру, коэффициент готовности службы, имеющий малые значение для последнего пользователя. Он дает собой ту долю времени (SA %), в течение которого предусмотренная SLA служба действует и потребитель может ее применить. Коэффициент готовности нередко определяют на основании «коэффициента неготовности» (UA %) по формуле

$$SA \% = 100 \% - UA \% , \quad (2.1)$$

где UA – коэффициента неготовности

$$UA \% = \frac{\sum \text{интервалов отказов}}{\text{время активности}} \cdot 100 \% .$$

Рекомендуется для обслуживания QoS три параметра которые не особо ограничивается общей числом критериев. Три из предложенных критериев QoS, более подходящие для услуг компьютерных данных, чем для аудио или передачи видео услуг. Основные аспекты QoS в телефонии, такие как ясность и уязвимости, даже не упоминаются в соглашении об уровне обслуживания.

Основной принцип SLA является наличие договора об обслуживании между пользователем и оператором, но не показывает, как этот принцип реализуется на практике. Для заключения договора необходимо иметь некоторые параметры качества обслуживания, оператор и пользователь понимает то же самое, и договориться о разумной оценке этих параметров [4].

Введение SLA в мультисервисной сети связанные от объема и разнообразия услуг. При слабой качества сети полезной нагрузки может быть обеспечена запас мощности. В связи с увеличением объема услуг, увеличило нагрузку на сеть, с различиями между требованиями к качеству обслуживания увеличивает рост изменения услуг. При высокой нагрузке, различные услуги будет отличаться качество сервисной поддержки в соответствии с механизмами QoS, используемых. А потом, чтобы обеспечить гарантированный уровень сервиса существует потребность в SLA как механизм страховых случаев, снижение уровня обслуживания.

Для того, чтобы обосновать необходимость внедрения SLA требует исследования рынка позволяет оценить и прогнозировать спрос на сопутствующие услуги для пользователей с различной способностью платить, а также необходимость обеспечения качества исследовательских возможностей, предоставляемых за счет изменения нагрузки на сеть. SLA предлагать клиентам услуги могут стать еще одним серьезным аргументом в пользу оператора. Однако, введение услуг SLA требует определенного уровня технических и организационных ресурсов оператора. оператор мультисервисная сеть должна иметь достаточную техническую поддержку через соглашения об уровне обслуживания, обеспечивающих измерения параметров услуг и, в случае необходимости, чтобы информировать пользователей о фактическом уровне QoS. Эти инструменты позволяют поставщику услуг, чтобы доказать выполнение SLA своих клиентов.

Вот преимущества, которые позволяют пользователям SLA и оператора мультисервисной сети. Пользователи выбирают услугу при разумном соотношении цена / производительность, можно количественно оценить уровень своего поставщика услуг и получить гарантированный уровень сервиса. Оператор может существенно расширить свою клиентскую базу, если она является предоставление различных услуг гарантированного качества. Он сможет увеличить доходы за счет увеличения объема предоставляемых услуг.

Усиление конкуренции, SLA позволит операторам сравнивать и выделяться среди конкурентов. Само существование SLA предоставляет оператору определенный дисциплинарный эффект, так что 3 пользователи выбирают оператор, предоставляющий услуги SLA. Таким образом, соглашение об уровне обслуживания для пользователя является механизмом обеспечения безопасности, а оператор осуществляет распорядительную деятельность оператора и обеспечивает конкурентное преимущество

## 2.5 Обеспечение качества обслуживания в сетях АТМ

Организациями АТМ форум и ITU были созданы спецификации и рекомендации, описывающие процедуры и соответствующие характеристик, касающихся с управлением трафиком и качеством обслуживания в сетях АТМ.

Соответствующие спецификации и рекомендации определяют механизмы управления трафиком, которые сеть могут применить для достижения необходимого QoS для достоверного вида приложения.

Для поддержания необходимого уровня качества обслуживания разных виртуальных соединений и производительного применение ресурсов в сети на уровне протокола АТМ организовано несколько служб, обеспечивающий услуги разных категорий по обслуживанию пользовательского трафика.

Здесь и далее под соединением АТМ понимается виртуальный канал (АТМ VC).

Для неизменных соединений АТМ (АТМ PVC) характеристики трафика устанавливаются методом конфигурирования.

Для коммутируемых соединений АТМ (АТМ SVC) и программируемых постоянных соединений (Soft-PVC) большинство характеристики трафика устанавливается с посредством протоколов сигнализации от оконечного оборудования (оборудования пользователя), исполняющий вызов.

В зависимости от необходимых приложений пользователя к скорости передачи, требуется синхронизации генераторов источника и приемника и др. применяются протокол AAL (АТМ Adaptation Level) согласно Рекомендациям ITU-T (1.362 и 1.363.1,1.363.2,1.363.3,1.363.5).

Рекомендацией I.363 ITU-T определено четыре метода адаптационных уровней - AAL1, AAL2, AAL3/4, AAL5 с учетом различных протоколов, организации режима связи и требований к числу обслуживания разнородного трафика. При этом предусматривались следующие аспекты:

- требования для сохранения с заданной точностью временного рас положения ячеек потока при передаче (изохронность потока) и обеспечения заданного времени предоставления;
- скорость передачи информации (постоянная или переменная);
- требования к организации режима связи - с установлением или без установления соединения.

Уровень адаптации в модели сети АТМ определяет и реализует одну из самых сложных функций - приспособление функций уровня к требованиям передачи информационных потоков от всевозможных приложений.

Любой тип AAL применяется для адаптации к передаче трафика конкретного класса: AAL1 - для адаптации к передаче трафика класса А, AAL2 - трафика класса В, а AAL3/4 и AAL5 - трафика классов Си D (таблица 2.2).

Таблица 2.2 - Уровни адаптации АТМ и их связь с классом сервиса

Класс сервиса по модели В-ISDN	А	В	С	Д
Синхронизация между источником и приемником	требуется		не требуется	
Битовая скорость	постоянная	переменная		
Ориентация на установку соединения	Да			нет
Уровень адаптации	AAL1	AAL2	AAL3/4, AAL5	AAL3/4

### Управление трафиком в АТМ

Применяемые механизмы управления трафиком (ТМ - Traffic Management) в сети АТМ тесно связаны с сетевыми всевозможных по обеспечению соответствующего уровня качества обслуживания QoS для разных сетевых приложений.

Главной целью использования механизмов управления трафиком считается предотвращение сетевых перегрузок как в самой сети, так и в конечных системах, с обеспечением при этом предельной сетевой производительности. Кроме этого, механизмы управления трафиком гарантируется экономически эффективное внедрение (утилизацию) сетевых ресурсов.

К функциям управления трафиком относятся

- CAC (Connection Admission Control) - управление установлением соединения;
- UPC (Usage parameter Control) - управление применяемыми параметрами трафика и QoS. Гарантирует проверку соответствия применения параметров трафик-контракту;
- Traffic Shaping - формирование трафика. Гарантируется способами терминального оборудования пользователя или другими узлами сети с целью соответствия дескрипторов трафик-контракту;
- GCRA (Generic Cell Rate Algorithm) - обобщенный алгоритм контроля скорости ячеек. Применяется для контроля характеристик трафика и QoS в технологии АТМ. Гарантирует соблюдения контроля пользователем и сетью таких параметров, как PCR, CDV, SCR, BT и CTO. Функционирует по методу «двойного дырявого ведра».

### Услуги переноса в сетях АТМ

Спецификация АТМ Форума определяет следующие категории услуги переноса в сетях АТМ:

- CBR (Constant Bit Rate) - постоянная скорость передачи;
- rtVBR (Real Time Variable Bit Rate) - переменная скорость передачи в режиме реального времени типа 1,2,3 (rtVBR.1, rtVBR.2, rtVBR.3);
- nrtVBR (Non Real Time Variable Bit Rate) - переменная скорость передачи без режима реального времени типа 1, 2, 3 (nrtVBR.1, nrtVBR.2, nrtVBR.3);



- ABR (Available Bit Rate) - доступная скорость передачи;
- UBR (Unspecified Bit Rate) – не специфицированная скорость передачи типа 1, 2 (UBR.1,UBR.2).

Согласно требованиям рекомендации ITU-T I.371, сеть ATM необходимо поддерживать категории услуг переноса:

- DBR (Deterministic Bit Rate) - детерминированная скорость передачи;
- SBR (Statistic Bit Rate) - статистическая скорость передачи типа 1, 2, 3 (SBR.1, SBR.2, SBR.3);
- ABR (Available Bit Rate) - доступная скорость передачи;
- ABT/IT (ATM Block Transfer with Immediate Transmission) - не медленный перенос блока ATM;
- ABT/DT (ABT with Delayed Transmission) - перенос блока ATM с задержкой.

Соответствие категорий услуг переноса, определенных ITU-T и Форумом ATM, представлено в таблица 2.3.

Таблица 2.3 - Соответствие категорий услуг переноса, определенных ITU-T и Форумом ATM

Рекомендации ITU-T		Спецификации Форума ATM. Категория услуги переноса
Категория услуги переноса	Класс QoS	
DBR	1	CBR
DBR	1	UBR.1
SBR.1	1	rt.VBR.1
SBR 1	2	nrt.VBR.1
SBR.2	3	nrt.VBR.2
SBR.3	3	nrt.VBR.3
ABR	3	ABR

#### Параметры трафика для ATM-соединений

Для каждого ATM-соединения применяется заданные характеристики трафика, составляющие дескриптор трафика.

- PCR (Peak Cell Rate) - пиковая скорость передачи ячеек;
- SCR (Sustainable Cell Rate) - поддерживаемая скорость передачи ячеек;
- MCR (Minimum Cell Rate) - минимальная скорость передачи ячеек,
- MBS (Maximum Bust Size) - максимальная длина пакета ячеек,
- CDVT (Cell Delay Variation Tolerance) - допустимое отклонение времени задержки ячейки.

Параметры трафика необходимо задаваться в соответствии от категории услуги переноса в соответствии с таблицей 2.4.

Таблица 2.4 - Параметры трафика для категорий услуги переноса

Категория услуги переноса	Параметры трафика				
	PCR	SCR	MCR	MBS	CDVT
ITU-T					
DBR	+	-	-	-	+
SBR	+	+	-	+	+
ABT	+	+	-	+	+
ABR	+	-	+	-	+
Форум ATM					
CBR	+	-	-	-	+
rtVBR	+	+	-	+	+
nrt.VBR	+	+	-	+	+
ABR	+	-	+	-	+
UBR	+	-	-	-	+

#### Параметры QoS для соединений в сети ATM

Для каждого соединения ATM необходимо назначат параметры QoS, к которым относятся.

- CTD (Cell Transfer Delay) - время задержки переноса ячеек;
- CDV (Cell Delay Variation) - отклонение времени задержки переноса ячеек,
- CLR (cell loss ratio) - коэффициент потерь ячеек.

Для каждого соединения ATM могут дополнительно назначаться параметры QoS, к которым относятся:

- CER (Cell Error Ratio) - отношение числа ячеек с ошибками к общему числу переданных ячеек;
- CMR (Cell Misinsertion Rate) - доля ячеек, используемые не по адресу назначения;
- SECBR (Severely-Errored Cell Block Ratio) - коэффициент ошибочных блоков.

#### Классы QoS в согласовании со спецификациями Форума ATM

Для каждого соединения ATM необходимо назначаться класс качества услуги (Quality of Service, QoS) в согласовании со спецификацией Форума ATM:

- класс 1 QoS: трафик, передаваемый с постоянной скоростью, направленный на осуществление соединения, требующий синхронизации источника и приемника;
- класс 2 QoS: трафик, передаваемый с переменной скоростью, направленный на осуществление соединения, требующий синхронизации источника и приемника;
- класс 3 QoS: трафик, передаваемый с переменной скоростью, направленный на осуществление соединения, не требующий синхронизации источника и приемника;

- класс 4 QoS: трафик, передаваемый с переменной скоростью, не направленный на осуществление соединения, не требующий синхронизации источника и приемника;

- класс U QoS - неспецифицируемый класс (unspecified): трафик, не предъявляющий требований к характеристикам качества.

Не специфицированный класс U QoS не предъявляет требований к значениям параметров QoS; их может задать оператор в согласовании с возможностями сети. Допускается динамическое изменение в течение соединения характеристик QoS для не специфицированного класса U QoS в зависимости от загрузки АТМ-сети.

Класс QoS необходимо соответствовать определенной категории услуги переноса, для которой заданные параметры QoS (таблица 2.5).

Таблица 2.5 - Классы и параметры QoS в согласовании со спецификациями Форума АТМ

	Категория услуги переноса				
	CBP	rt-VBR	ntr-VBR	ABR	UBR
Класс QoS	1	2	3	4	Неспецифицируемый
Параметры QoS	CS, CTO, CDV	CLR, CTO, CDV	CLR	CLR	-

Классы QoS в соответствии с рекомендациями ITU-T

Для каждого соединения АТМ обязаны назначать классы QoS в согласовании с рекомендацией ITU-T I.356:

- класс 1 QoS;
- класс 2 QoS;
- класс 3 QoS;
- класс 4 QoS;
- класс U (Unspecified, неспецифицируемый) QoS.

Каждому классу QoS назначены определенные характеристики QoS (таблица 2.6) и отнесены категории услуг переноса (таблица 2.7). Для класса U QoS не предъявляются требования к значениям параметров QoS; их может назначить оператор в соответствии с вероятностями сети.

Версии пользовательского интерфейса UNI 3.0/3.1 дают возможность приложениям запрашивать определенный класс обслуживания во время осуществления виртуального соединения. Приложение при запросе класса обслуживания необходимо указать параметры трафика, которые ему нужны. Классы обслуживания, осуществляемые административно, определяют конкретное качество обслуживания. Сеть будет игнорировать запрос на осуществление соединения, если необходимый класс обслуживания не может быть поддержан (не затрагивая уже имеющиеся соединения). Приложение может повторить личный запрос позднее. Особенно важно, что после

установления соединения согласованный класс обслуживания не может быть изменен.

Таблица 2.6 - Значения параметров QoS для классов QoS в соответствии с рекомендациями ITU-T

Класс QoS	Значения параметров QoS						
	CTO	CDV	CLR <sub>(0+1)</sub>	CLR <sub>(0)</sub>	CER	CMR	SECBR
1	400 мс	3 мс	$3 \times 10^{-7}$	Нет	$4 \times 10^{-6}$	1 в день	$10^{-4}$
2	Не определены		$1 \times 10^{-7}$	Нет	$4 \times 10^{-6}$	1 в день	$10^{-4}$
3	Не определено			$1 \times 10^{-5}$	$4 \times 10^{-6}$	1 в день	$10^{-4}$
4	400 мс	6 мс	Нет	$1 \times 10^{-7}$	$4 \times 10^{-6}$	1 в день	$10^{-4}$
U	Не определены						

Таблица 2.7 - Соответствие классов QoS категориям услуги переноса в соответствии с ITU-T

Категория услуги переноса	1	2	3	4	и
DBR	+	+	-	-	+
SSR 1	+	+	-	-	+
SBR 2	-	-	+	+	+
SBR.3	-	-	+	+	+
ABT/DT	+	+	-	-	+
ABT/IT	+	+	-	-	+
ABR	-	-	+	-	+

Самая последняя версия интерфейса ATM пользователя - UNI 4.0 позволяет пользователям указывать конкретные значения качества выполнения услуг в отдельный класс. Разница заключается в том, что больше не нужно, чтобы выбрать конкретный класс администратору сети с заданным качеством эксплуатационных характеристик. Это должно устранить проблемы совместимости между различными поставщиками услуг ATM, поскольку администраторы различных сетей не должны отвечать параметрам друг друга. Эта задача будет возложена на определенных программ.

В отличие от маршрутизаторов, коммутаторов ATM изначально были разработаны с учетом всех уровней услуг помощи, в том числе более жесткие, например, таких, как ЦБ. Это позволяет точный контроль производительности сети политики. Протоколы маршрутизации в технологии ATM была разработана с возможностью выбрать маршрут в зависимости от требуемого качества обслуживания.

АТМ - проверенные временем технологии, которая может, в случае необходимости, малое время задержки и джиттера небольшой эффект. Она также позволяет обеспечить достаточно гибкий и жесткий контроль над сетью. Создает конкуренцию с технологией АТМ менее безопасно справиться с эффектом дрожь, особенно в ситуациях, когда необходимость маршрутизации.

#### Сигнализация и АТМ адресации

В разных частях работают различные протоколы сигнализации и АТМ сигналов обмена конец системы через интерфейс АТМ UNI UNI; АТМ NNI сигналы работают в интерфейсе NNI. Сигнал АТМ UNI запросы направляются через соединение, установленное по умолчанию: TTI = 0, VCI = 5.

Обмен сигналами, используется в способе сети АТМ "один проход" для связи, общий ток во всех сетях связи (например, сети). Это означает, что запрос на установление терминал связи служил конкретной системы источники, распределенной сети и устанавливает необходимые соединения на пути вверх, пока не достигнет своего пункта назначения: системный терминал-приемник. Маршрутизация заявка на соединение (и, следовательно, любая следующая поток данных) реализовывает под управлением протоколов маршрутизации АТМ. На основании адреса назначения, настройки сетевого трафика и QoS (качество обслуживания) с просьбой о прекращении системного источника конечного системного приемника может принять или отклонить запрос на соединение. Маршрутизация вызовов осуществляется на основании параметров, установленных в первоначальном сообщении запроса ограничивает согласование параметров соединения между источником и приемником, который также может влиять на подключение маршрутизации.

В общем, желающих подключить систему конечного источника генерирует и через UNI посылает сообщение по сети "Setup", в котором содержится адрес терминала приемной станции, желаемые свойства сетевого трафика и QoS, разнообразие дополнительной информации элементы, которые определяют связывание с необходимыми высокоуровневых протоколов и т.д. сообщение "Setup" передается на первый коммутатор (переключатель входа), который прикреплен к исходной системе конечной точки.

Переключатель О посылает сообщение "Setup" на конечной системы через ее UNI. Эта система может, по своему усмотрению, принять или отклонить запрос на соединение получено. В первом случае, она возвращает конечную систему запроса-источника, таким же образом, сообщение "Connection". Система источника Прекращение принимает сообщение "Connection" и подтверждает его получение, после чего каждый узел может начать передачу данных по установленному соединению. Если конечный системный приемник отклоняет запрос на соединение, он выводит сообщение «Reset», бросая на дороге все установленные параметры соединения (например, все предназначены для идентификаторов соединений). Сообщение



"Сброс" используется в качестве конечных систем или сетевых соединений, установленных для сброса после того, как все данные были переданы.

Очевидно, что любой протокол сигнализации, который требует определенного адреса схему, с помощью которого протокол идентифицирует источники и приемники, которые участвуют в связи. Сектор стандартизации электросвязи (МСЭ-Т) уже давно было рекомендовано для использования в сетях общественного пользования АТМ Е.164 системы адресации, где адреса как телефонные номера. Адреса, соответствующие Рекомендации Е.164, являются общедоступными (достаточно дорого) ресурсов и, как правило, не могут быть использованы в частных сетях. Таким образом, АТМ Forum расширен АТМ системы адресации, расширяя схему частных сетей АТМ спецификациям UNI 3.0 / 3.1. Форум рассмотрел две принципиально разные модели адресации.

Модели различаются с точки зрения взаимодействия с уровнем протокола АТМ и других уровней существующих протоколов, в частности, с существующими протоколами уровня IP-сети, IPX и т.д. Каждый такой протокол имеет свою собственную схему адресации и протоколов маршрутизации. Суть одной из моделей является то, что точно такая же схема адресации в сетях АТМ. Тогда точка терминал АТМ может быть предоставлена готовый адреса сетевого уровня (например, IP-адрес) и адрес будет передаваться запросы сигнализации.

Для маршрутизации запросов сигналов в сетях АТМ также подходят существующие протоколы маршрутизации сетевого уровня (например, IGRP и OSPF), так как эти запросы, в которых используются существующие адреса сетевого уровня, практически не отличаются от сигнальных пакетов, не ориентированы на установление логических связей. Эта модель соответствует уровню сети АТМ к существующим уровням, и, следовательно, она называется временной (Peer) модель.

Еще одна альтернативная модель отделяет уровень АТМ от всех других существующих протоколов и установить для него совершенно новую систему адресации. Понятно, что все существующие протоколы должны работать в сети АТМ. Таким образом, эта модель называется моделью подсеть (подсеть) или наложения (наложения). На самом деле, этот режим работы аналогичен тому, в котором протоколы похожи на IP, накладываются на другие протоколы (например, X.25) или работают на линиях, чтобы вызвать номер. Модель наложения требует определена в качестве новой системы адресации, и связан с протоколом маршрутизации. Каждая система АТМ получает свой собственный адрес в дополнение к адресов других протоколов, которые она поддерживает. Адресное пространство логически отделена от АТМ адрес пространства любого другого протокола, действующего на уровне АТМ, и, как правило, не связаны с ним. Поэтому все протоколы, которые работают в подсети АТМ требует более высокого уровня (например, IP-адрес) в соответствующий банкомата адреса конкретного сопоставления адресов протокола.

Это Оверлейная модель реализована сигналы передачи ATM Forum ATM в спецификации UNI 3.0 / 3.1. Одной из причин этого решения заключается в том, что без точек модели, упрощает систему адресации терминала ATM в то же время значительно усложняет коммутаторы ATM, которые по своей сути должны служить много протокольных маршрутизаторов и поддерживать адресные таблицы всех текущих протоколов, а также все их установленных протоколов маршрутизации.

Другим важным фактом является то, что модель наложения ATM отделяется от других протоколов более высокого уровня, что позволяет их независимого осуществления.

(OSI) Располагая наложения модели ATM Forum разработал для частных сетей обратиться специальный формат, основанный на синтаксисе адреса точки доступа к сетевой службе (NSAP) в среде взаимодействия открытых систем.

Все адреса формата NSAP ATM состоят из трех компонентов: полномочия идентификатора и формата (Authority и Format Identifier, AFI), который определяет тип и размер, идентификатор домена источника (Начальный идентификатор домена, IDI), мастер-адреса распределение и административный полномочия, и их части, определенные домен (домен определенной части, DSP), который содержит актуальную информацию маршрутизации.

В частных сетях ATM существует три формата адресации, отличающиеся друг от друга типом AFI и IDI: формат E.164: в этом случае содержит количество IDI, сформированного в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т E.164;

Формат ДКК: в этом случае IDI содержит числовой код страны (Data Country Code, DCC), идентифицирующий ту или иную страну в соответствии с международным стандартом ISO 3166. Этот адрес каждой организации - наборы членов ИСО для своей страны; Формат ICD: в этом случае IDI представляет собой указатель международный код (международный код Designator, ICD). Такие индексы присваиваются в соответствии с ISO 6523 соответствующие регистрационные органы (Британский институт стандартов). ICD коды определяются некоторыми международными организациями.

Организации и частные поставщики услуг сети ATM Forum рекомендует создать свою собственную систему нумерации, основанная на МКБ и форматов DCC.

### **3 Расчет характеристик качества обслуживания в мультисервисных сетях**

#### **3.1 Математическая модель узла коммутации**

Системы коммутации (СК) на коммутационном узле обслуживания (УК) ISDN-вызова, в зависимости от типа информации, должна соединить в то же

время  $i$  каналы, причем  $1 \leq i \leq V$ , где  $V$  - число каналов в направлении связи. При изучении вероятностных характеристик режима переключения многоканального, вы можете воспользоваться идеальной модели частичного включения (ИНПД).

Мы рассмотрим идеальный метод частичного включения в  $i \leq V$ , согласованных требований ISDN, и вывел формулу для расчета вероятностных характеристик системы коммутации, предоставляемой моделью. Рассмотрим эту модель.

Предположим для идеальной модели частичного включения, имеют каналы  $V$  и характеризуется доступностью  $d$ , входит в стационарный указанный пуассоновский поток вызовов с помощью параметра  $\Lambda$ . С вероятностью

$$\omega_i = \frac{\lambda_i}{\Lambda}, \quad i = \overline{1, u}, \quad u \leq d, \quad (3.1)$$

Поступает звонки, необходимые для  $i$  каналов обслуживания,  $i = \overline{1, n}$ . Ссылаясь на этот вызов  $i$ -канала. В случае, если число доступных  $i$ -каналов в момент вызова менее  $i$  двухканальном, вызов теряется. Продолжительность обслуживания  $i$ -канала зависит экспоненциальному закону с параметром.

Действие системы можно описать с помощью марковского процесса

$$X(t) = \{x_1, \dots, x_i, \dots, x_u\},$$

где  $x_i$  - число  $i$ -канальных вызовов, обслуживаемых системой в момент времени  $t$ .

Для этого случая мы получим формулы, позволяющей оценить вероятность потерь в коммутационных узлах и пучков каналов в направлениях связи. Стационарные вероятности состояний

$$\{x_1, \dots, x_u\} = \frac{\prod_{j=0}^{|x|-1} \mu(j) \prod_{i=0}^u \frac{A_i^{x_i}}{x_i!}}{\sum_S \prod_{j=0}^{|x|-1} \mu(j) \prod_{i=0}^u \frac{A_i^{x_i}}{x_i!}}, \quad (3.2)$$

где

$$A_i = \lambda_i / \tau_i \quad \text{и} \quad \mu_{(j)} = 1 - \frac{\binom{j}{d}}{\binom{V}{d}}.$$

Вероятность занятия  $k$  каналов в  $V$ -канальном пучке

$$[k]_V = \sum_{B_k} [x_1, \dots, x_u]$$

где  $B_k = [(x_1, \dots, x_u) \in S, |X| = k]$ ;

$S$  - различные состояний процесса.

Расчет  $[k]_V$  осуществляется рекуррентно согласно. Потери  $i$ -канальных вызовов будут происходить в случае, когда  $|X| + i > V$ . Если обозначить потери  $i$ -канальных вызовов из-за занятости каналов пучка через  $P_{V_i}$ , то

$$P_{V_i} = \sum_{j=0}^{i-1} [V - j]_V, \quad (3.3)$$

Общие потери из-за занятости каналов пучка

$$P_V = \sum_{i=1}^u \omega_i \cdot P_{V_i}. \quad (3.4)$$

Если есть свободные каналы  $i$  в пучке может быть то, что каждый из них заблокирован. Возможность блокировки одного из каналов основан на успешном создании других соединений. Учитывая эти восприятия выражения вероятности блокировки в качестве соединений для вызова  $i$ -канала

$$P_{bi} = \sum_{r=0}^{i-1} \sum_{j=d-r}^{V-i} \left[ \prod_{i=j}^{j+r-1} \mu(i) \right] \sigma(j+r)[j]_V, \quad (3.5)$$

причем  $\sigma(.) = 1 - \mu(.)$ . Средневзвешенные потери вследствие внутренних блокировок на узле коммутации

$$P_b = \sum_{i=1}^u \omega_i P_{bi}. \quad (3.6)$$

Общие потери - потери внутренних узлов и блокировки переключения потерь из-за блокирования выходных каналов пучка

$$P = P_b + P_V. \quad (3.7)$$

Доступность  $d$ , входящая в приведенные выше формулы, может интерпретироваться как эффективная доступность узлов коммутации в направлениях связи. В таком случае формулы могут применяться для оценки пропускной способностями узлов коммутации на ISDN. Если  $d = V$ , то модель идеального неполнодоступного включения меняется в полнодоступный пучок, и согласно полученные формулы для идеального неполнодоступного

включения меняются в формулы для мультисервисного полнодоступного пучка каналов.

При принятых Марковских условий, это модель является строгой математической моделью.

Формулы для расчета параметров узла коммутации вероятность обслуживающей маркированного потока вызовов может быть использован для решения прямой задачи - Пользовательские рейтинги QoS с обеспечением мульти сервисной и обратно - для расчета каналов ISDN емкости пучков.

### 3.2 Оценка QoS при мультисервисном обслуживании

Проиллюстрируем, как могут быть использованы приведенные выше формулы для решения задачи – расчета качества обслуживания пользователей мультисервисной сети.

В последующем для краткости канал пучка мультисервисной сети будем называть базисным и обозначать  $V$ , с некоторой определенной скоростью передачи, к примеру, 64 кбит/с. Для этого обратимся к примеру.

Предполагается, что пользователю сети может предоставляться обслуживание по каналу  $V$ , двум каналам -  $2V$  и тридцати каналам –  $30V$ , предоставляющим стандартные интерфейсы станций с услугами ISDN. Отметим соответствующие поступающие нагрузки (входящие и исходящие) соответственно через  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_{30}$ . Условимся, что они расположены в соотношении  $A_1: A_2: A_{30} = 90:9:1$ , при этом  $A_1 = 12$  Эрл. В последующем соотношении типа  $A_1: A_2: A_{30}$  будем называть профилем трафика.

Результаты численных исследований представлены на рисунке 3.1.

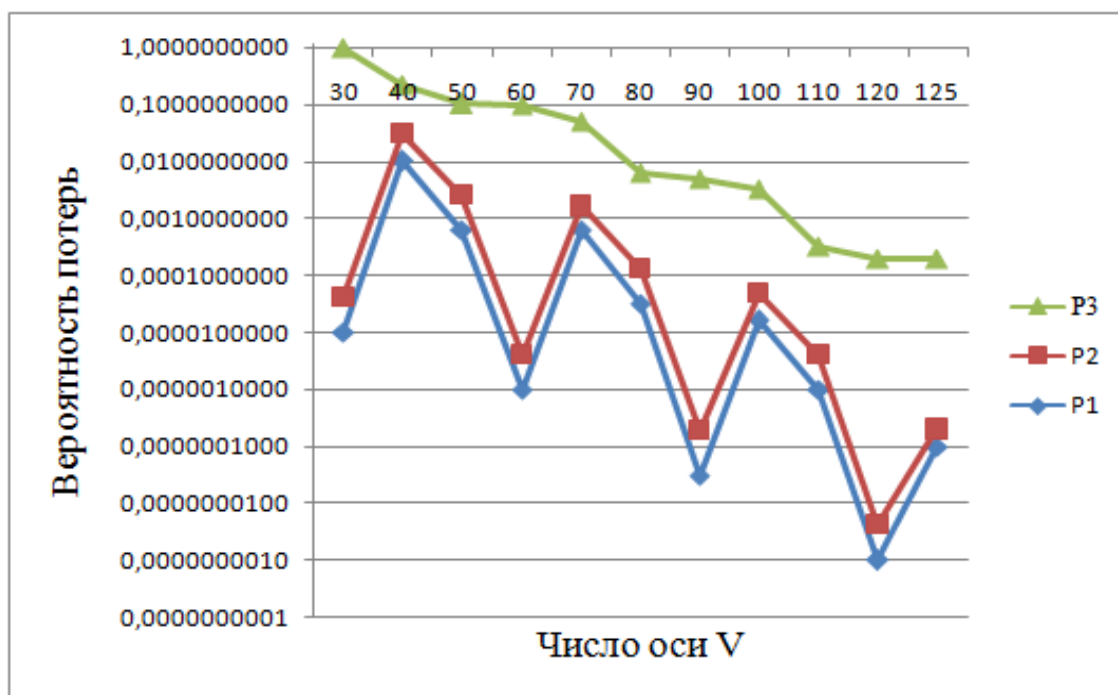


Рисунок 3.1- Зависимости вероятностей потерь от изменения емкости пучка каналов при заданном профиле нагрузки

Приведена зависимости вероятностей потерь вызовов  $P_1, P_2, P_{30}$ , для заявок, необходимых для обслуживания скоростей  $B, 2B$  и  $30B$ , от измерения емкости пучка каналов  $V$ . Все три зависимости при общей тенденции к уменьшению, вероятностей потерь имеют волнообразный характер. Это означает, что неосновательное увеличение емкости пучка каналов может привести даже к ухудшению качества обслуживания для некоторых классов пользователей мультисервисной сети. Аналогичная тенденция имеет место, в случае если поменять профиль трафика.

### 3.3 Расчет характеристик качества обслуживания в мульти сервисных сетях

Используя следующие обозначения, произведем расчеты:

- $V$  - число стандартных цифровых каналов доступа (В) со скоростью 64 кбит/с;
- $n$  - число категорий источников вызовов;
- $\lambda_i$  - параметр потока одного источника  $i$ -ой категории;
- $m_i$  - число каналов, требующих для обслуживания одного вызова  $i$ -ой категории;
- $h_i$  - время обслуживания одного вызова (детерминированное)  $i$ -ой категории;
- $P$  - вероятность средних потерь для любого поступившего вызова;
- $P_i$  - вероятность потерь для вызовов  $i$ -ой категории;
- $A_1 : A_2 : A_{30}$  - профиль трафика для доступа  $B_1 : B_2 : B_{30}$  соответственно;
- $A_i$  - интенсивность нагрузки по вызовам для источников  $i$ -ой категории;
- $y_i$  - интенсивность нагрузки на каналы для источников  $i$ -ой категории.
- $N_i$  - максимально допустимое число источников  $i$ -ой категории;
- $N_i'$  - относительная пропускная способность пучка для вызовов  $i$ -ой категории;
- $k_i$  - числа, пропорциональные допустимому числу источников  $i$ -ой категории;
- $x$  - коэффициент пропорциональности, определяемый из соотношения

$$x = \frac{N_i}{k_i}, \quad (3.8)$$

где  $i = \overline{1, n}$  - число категорий источников (вызовов).

Расчет 1 (Задача-прямая).



Задано число стандартных цифровых каналов, со скоростью 64 кбит/с  $V = 30$ ; число категорий источников вызовов  $n = 2$ ; параметр потока одного источника для 1-ой, 2-ой категории  $\Lambda_1 = 0,2; \Lambda_2 = 0,1$ ; число каналов, требующихся для обслуживания 1-ой, 2-ой категорий соответственно  $m_1 = 1; m_2 = 4$ ; время обслуживания для 1-ой, 2-ой категорий  $h_1 = h_2 = 1$ ; максимально допустимое число источников для 1, 2 категорий  $N_1 = 50; N_2 = 25$ . Произведем расчет и определим вероятность средних потерь для любого поступившего вызова  $P$ , вероятность потерь для вызовов 1-ой, 2-ой категорий соответственно  $P_1, P_2$ .

Решение.

Определим общую нагрузку на каналы от источников двух категорий по формуле

$$y = \sum_{i=1}^2 N_i \cdot \Lambda_i \cdot h_i \cdot m_i, \quad (3.9)$$

$$y = 50 \cdot 0,2 \cdot 1 \cdot 1 + 25 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 4 = 20 (\text{Эрл}).$$

Дисперсия нагрузки определяется по следующей формуле

$$D[y] = \sum_{i=1}^n N_i \cdot \Lambda_i \cdot h_i \cdot m_i^2, \quad (3.10)$$

$$D[y] = 50 \cdot 0,2 \cdot 1 \cdot 1^2 + 25 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 4^2 = 10 + 40 = 50 (\text{Эрл}^2).$$

Коэффициент скученности нагрузки

$$z = \frac{D[y]}{Y}, \quad (3.11)$$

$$z = \frac{50}{20} = 2,5.$$

Вероятность средних потерь для любого поступившего вызова определяется по формуле Хейворда с использованием таблиц Пальма

$$P = E_{y/z} \left( \frac{y}{z} \right), \quad (3.12)$$

$$P = E_{30/2,5} \left( \frac{20}{2,5} \right) = E_{12}(8) = 0,0514.$$

Вероятность потерь вызовов для источников 1-ой и 2-ой категории соответственно

$$P_1 = \frac{m_1}{z} \cdot P, \quad (3.13)$$

$$P_1 = \frac{1}{2,5} \cdot 0,0514 = 0,0205,$$

$$P_2 = \frac{m_2}{z} \cdot P, \quad (3.14)$$

$$P_2 = \frac{4}{2,5} \cdot 0,0514 = 0,0822.$$

Из полученных результатов видно, что в наиболее “тяжелом” случае потери вызовов, требующие для обслуживания  $m_2 = 4$  канала не превышает 82,2%. Для вызовов, требующих для обслуживания  $m_1 = 1$  канала, потери составляют 20,5%. На рисунке 3.2 показано решение задачи через программу Turbo Pascal.

#### Расчет 2. (Задача-прямая)

Задано число стандартных цифровых каналов, со скоростью 64 кбит/с  $V = 240$ ; число категорий источников вызовов  $n = 3$ ; профиль трафика для доступов  $B_1, B_2, B_{30}$  соответственно  $A_1 : A_2 : A_{30} = 100 : 10 : 1$ ; интенсивность нагрузки по вызовам для источника 1-ой категории  $A_1 = 100$  Эрл; число каналов, требующихся для обслуживания 1-ой, 2-ой, 3-й категорий соответственно  $m_1 = 1, m_2 = 2, m_3 = 30$ . Произведем расчет и определим вероятность средних потерь для любого поступившего вызова  $P$ , вероятность потерь для вызовов 1-ой, 2-ой, 3-й категорий соответственно  $P_1, P_2, P_3$ .

Решение:

В соответствии с заданным профилем трафика определяем составляющие нагрузки по вызовам для источников 2-ой и 3-й категорий

$$A_1 = 100 \text{ Эрл}; A_2 = \frac{100}{10} = 10 \text{ Эрл}; A_3 = \frac{10}{10} = 1 (\text{Эрл}).$$

Коэффициент скученности нагрузки определим как средневзвешенное число каналов ( $m_i$ ), которые требуются для обслуживания вызова  $i$ -ой категории, с весами  $\Lambda_i$   $h_i$   $m_i = A_i$ :  $m_i$

$$z = \frac{\sum_{i=1}^n \Lambda_i h_i m_i}{\sum_{i=1}^n \Lambda_i h_i} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i m_i^2}{\sum_{i=1}^n A_i m_i}, \quad (3.15)$$

$$z = \frac{100 \cdot 1 + 10 \cdot 4 + 1 \cdot 900}{100 + 20 + 30} = 6,933 \text{ (Эрл)}.$$

Интенсивность нагрузки на каналы

$$y = \sum_{i=1}^n \Lambda_i \cdot h_i \cdot m_i = \sum_{i=1}^n A_i \cdot m_i, \quad (3.16)$$

$$y = 100 \cdot 1 + 10 \cdot 2 + 1 \cdot 30 = 150 \text{ (Эрл)}.$$

Вероятность средних потерь для любого поступившего вызова (формула Хейварда) по таблицам Пальма

$$P = E_{y/z} \cdot (y/z), \quad (3.17)$$

$$P = E_{240/6,933} \cdot (150/6,933) = E_{34,6} \cdot (24,36) = 0,00253.$$

Потери по вызовам для источников первой ( $m_1 = 1$ ), второй ( $m_2 = 2$ ) и третьей ( $m_3 = 30$ ) категорий соответственно

- первой категории ( $m_1 = 1$ )

$$P_1 = \frac{m_1}{z} \cdot P, \quad (3.18)$$

$$P_1 = \frac{1}{6,933} \cdot 0,002530 = 0,000365$$

- второй категории ( $m_2 = 2$ )

$$P_2 = \frac{m_2}{z} \cdot P, \quad (3.19)$$

$$P_2 = \frac{2}{6,933} \cdot 0,002530 = 0,000730,$$

- третьей категории ( $m_3 = 30$ )

$$P_3 = \frac{m_3}{z} \cdot P, \quad (3.20)$$

$$P_3 = \frac{30}{6,933} \cdot 0,002530 = 0,0109.$$

Максимальные потери для источников третьей категории ( $m_3 = 30$ ) не превышают 10,9 %, что является приемлемым.

### Расчет 3. (Задача-прямая)

Задано число стандартных цифровых каналов, со скоростью 64 кбит/с  $V=120$ ; число категорий источников вызовов  $n=3$ ; профиль трафика для доступов  $B_1, B_2, B_{30}$  соответственно  $A_1 : A_2 : A_{30} = 100 : 10 : 3$ ; интенсивность нагрузки по вызовам для источника 1-ой категории  $A_1 = 18,5$  Эрл; число каналов, требующихся для обслуживания 1-ой, 2-ой, 3-й категорий соответственно  $m_1 = 1, m_2 = 2, m_3 = 30$ . Произведем расчет и определим вероятность средних потерь для любого поступившего вызова  $P$ , вероятность потерь для вызовов 1-ой, 2-ой, 3-й категорий соответственно  $P_1, P_2, P_3$ .

### Решение

В соответствии с заданным профилем трафика определяем составляющие нагрузки по вызовам для источника разных категорий

$$A_1 = 18,5 \text{ Эрл}; A_2 = \frac{18,5}{10} = 1,85 \text{ Эрл}; A_3 = \frac{1,85}{3} = 0,617 \text{ (Эрл)}.$$

### Общая нагрузка по вызовам

$$A = A_1 + A_2 + A_{30}, \quad (3.21)$$

$$A = 18,5 + 1,85 + 0,617 = 20,97 \text{ (Эрл)}.$$

Коэффициент скученности нагрузки ( $z$ ) определяем как средневзвешенное число каналов ( $m_i$ ), которое требуется для обслуживания вызова  $i$ -ой категории, с весами  $\Lambda_i$   $h_i$   $m_i = A_i$ :  $m_i (i = \overline{1, n})$

$$z = \overline{m} = \frac{\sum_{i=1}^n \Lambda_i \cdot h_i \cdot m_i^2}{\sum_{i=1}^n \Lambda_i \cdot h_i \cdot m_i} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot m_i^2}{\sum_{i=1}^n A_i \cdot m_i}, \quad (3.22)$$

$$z = \frac{18,5 \cdot 1 + 18,5 \cdot 4 + 0,617 \cdot 900}{18,5 + 1,852 \cdot 2 + 0,6173 \cdot 30} = 14,28 \text{ (Эрл).}$$

Определяем суммарную нагрузку на каналы

$$y = \sum_{i=1}^n \Lambda_i \cdot h_i \cdot m_i = \sum_{i=1}^n A_i \cdot m_i, \quad (3.23)$$

$$y = 18,5 \cdot 1 + 1,85 \cdot 2 + 0,617 \cdot 30 = 40,71 \text{ (Эрл).}$$

Вероятность средних потерь для любого поступившего вызова (формула Хейворда) определяем по 1-ой формуле Эрланга (таблицы Пальма)

$$P = E_{y/z} \cdot (y/z), \quad (3.24)$$

$$P = E_{120/14,28} \cdot (40,71/14,28) = E_{8,4} \cdot (2,85) = 0,00374.$$

Вероятность потерь для отдельных категорий вызовов  
- первой категории ( $m_1 = 1$ )

$$P_1 = \frac{m_1}{z} \cdot P, \quad (3.25)$$

$$P_1 = \frac{1}{14,28} \cdot 0,00374 = 0,000262,$$

- второй категории ( $m_2 = 2$ )

$$P_2 = \frac{m_2}{z} \cdot P, \quad (3.26)$$

$$P_2 = \frac{2}{14,28} \cdot 0,00374 = 0,000524,$$

- третьей категории ( $m_3 = 30$ )

$$P_3 = \frac{m_3}{z} \cdot P, \quad (3.27)$$

$$P_3 = \frac{30}{14,28} \cdot 0,00374 = 0,000374 = 0,00785.$$

#### Расчет 4. (Задача - обратная)

Задано число стандартных цифровых каналов, со скоростью 64 кбит/с  $V = 30$ ; число категорий источников вызовов  $n = 2$ ; параметр потока одного источника для 1-ой, 2-ой категории  $\Lambda_1 = 0,2; \Lambda_2 = 0,1$ ; число каналов, требующихся для обслуживания 1-ой, 2-ой категорий соответственно  $m_1 = 1, m_2 = 4$ ; время обслуживания для 1-ой, 2-ой категорий  $h_1 = h_2 = 1$ ; вероятность потерь для вызова 1-ой, 2-ой категорий  $P_1 = 0,03, P_2 = 0,08$ ; числа пропорциональные допустимому числу источников 1-ой, 2-ой категорий  $k_1 = 2, k_2 = 1$ . Определить максимально допустимое число источников 1-ой, 2-ой категорий  $N_1, N_2$ .

Решение

Коэффициент скученности нагрузки

$$z = \frac{\sum_{i=1}^n \Lambda_i h_i m_i^2}{\sum_{i=1}^n \Lambda_i h_i m_i}, \quad (3.28)$$

$$z = \frac{2 \cdot 0,2 \cdot 1 \cdot 1^2 + 1 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 4^2}{2 \cdot 0,2 \cdot 1 \cdot 1 + 1 \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 4} = 2,5.$$

Вероятность средних потерь для любого поступившего вызова определяется из неравенства

$$\frac{m_i}{z} \cdot P \leq P_i \text{ или } P \leq z \frac{P_i}{m_i}.$$

Окончательно

$$P \approx z \min \frac{P_i}{m_i}$$

$$P \approx z \min \frac{P_i}{m_i} = 2,5 \cdot \min \left\{ \frac{0,03}{1}; \frac{0,08}{4} \right\} = 0,05.$$

Базовой формулой для определения искомых величин является выражение

$$E_{V/m_i} (N_i \cdot \Lambda_i \cdot h_i) = P.$$

По таблицам Пальма подбираем такое значение, которое удовлетворяет предыдущему равенству

- для вызовов 1-ой категории

$$E_{30/1}(N_1' \cdot 0,2 \cdot 1) = 0,05.$$

Откуда  $N_1' \cdot 0,2 \cdot 1 = 24,8$  Эрл или  $N_1' = 124$ ;  
- для вызовов 2-ой категории:

$$E_{30/4}(N_2' \cdot 0,1 \cdot 1) = 0,05.$$

Откуда  $N_2' \cdot 0,1 \cdot 1 = 4,14$  Эрл или  $N_2' = 41,4$ .

1) Коэффициент пропорциональности (x) в выражении

$$\frac{N_1}{k_1} = \frac{N_2}{k_2} = x,$$

$$x = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{k_i}{N_i}}, \quad (3.29)$$

$$x = \frac{1}{\frac{2}{124} + \frac{1}{41,4}} = 25.$$

2) Максимально допустимое число источников вызовов 1-ой, 2-ой категорий

$$N_1 = x \cdot k_1 = 25 \cdot 2 = 50,$$

$$N_2 = x \cdot k_2 = 25 \cdot 1 = 25.$$

3) Таким образом, при вероятности потерь максимально допустимое количество источников 1-ой категории составляет 50, а при вероятности потерь максимально допустимое количество источников 2-ой категории 25. При этом средние потери (для любого поступившего вызова) не превысят.

Для всех четырех случаев расчет произведем на языке Turbo Pascal, а также приведем листинг программ и окно полученных значений на рисунках 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9

Для расчета 1:

Листинг программы:

```
Program Zadacha1;
Var V,n,m1,m2,h1,h2,N1,N2:Integer;
Z,D,A1,A2,y,P1,P2,P:Real;
```



```

Begin;
V:=30;A1:=0.2;A2:=0.1;m1:=1;m2:=4;h1:=1;h2:=1;N1:=50;N2:=25;
y:=(N1*A1*h1*m1)+(N2*A2*h2*m2);
D:=N1*A1*h1*(sqr(m1))+N2*A2*h2*(sqr(m2));
Z:=D/y;
P:=0.0514;
P1:=(m1/Z)*P;
P2:=(m2/Z)*P;
Writeln('П о нашим исходным данным получен следующий результат');
Writeln('P=',P,'P1=',P1,'P2=',P2);
Readln;
end.

```

```

Program Zadacha3;
Var n1,n2,n3,U:Integer;
A,z,y,P,P1,P2,P3,A1,A2,A30:Real;
Begin;
n1:=1;n2:=2;n3:=30;
A1:=18.5;
A2:=A1/10;
A30:=A2/3;
A:=A1+A2+A30;
z:=(A1*(sqr(n1))+A2*(sqr(n2))+A30*(sqr(n3)))/(A1*n1+A2*n2+A30*n3);
y:=A1*n1+A2*n2+A30*n3;
P:=0.00374;
P1:=n1/z*P;
P2:=n2/z*P;
P3:=n3/z*P;
Writeln('P=',P:1:5,'P1=',P1:1:6,'P2=',P2:1:6,'P3=',P3:1:5);
Readln;
end.

```

Рисунок 3.2 – Листинг программы задачи 1

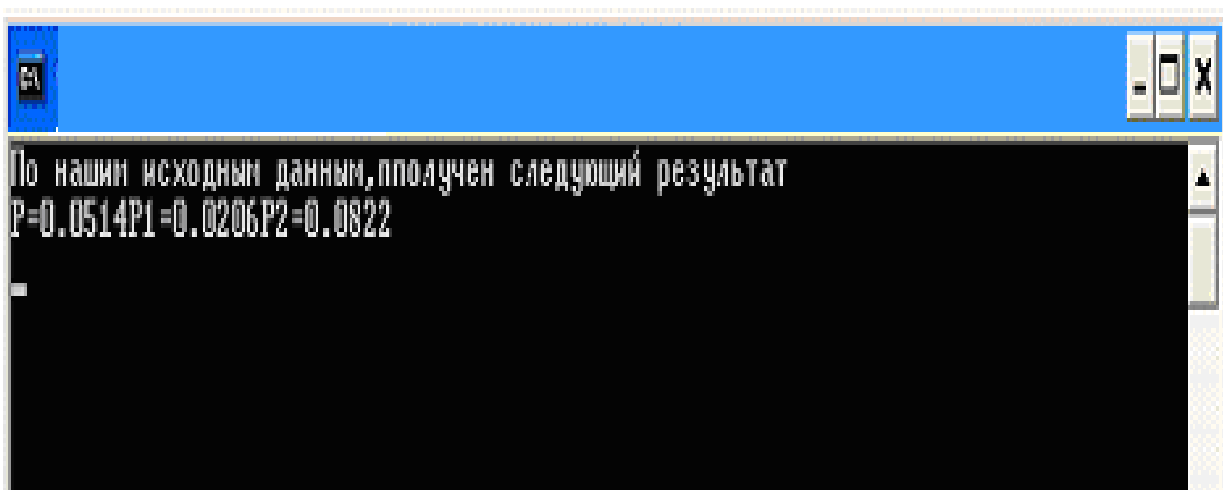


Рисунок 3.3 - Окно полученных результатов

Для расчета 2:

Листинг программы:

```
Program Zadacha2;  
var m1,m2,m3, V:Integer;  
y,z,P,P1,P2,P3, A1,A2,A30:Real;  
Begin;  
m1:=1;m2:=2;m3:=30;  
A1:=100;V:=240;  
A2:=A1/10;  
A30:=A2/10;  
z:=(A1*(sqr(m1))+A2*(sqr(m2))+A30*(sqr(m3)))/(A1*m1+A2*m2+A30*m3);  
y:=A1*m1+A2*m2+A30*m3;  
P:=0.00253;  
P1:=(m1/z)*P;  
P2:=(m2/z)*P;  
P3:=(m3/z)*P;  
Writeln('P=',P:1:5,'P1=',P1:1:6,'P2=',P2:1:6,'P3=',P3:1:4);  
Readln;  
end.
```

```

Program Zadacha2;
var m1,m2,m3,V:Integer;
y,z,P,P1,P2,P3,A1,A2,A30:Real;
Begin;
m1:=1;m2:=2;m3:=30;
A1:=100;V:=240;
A2:=A1/10;
A30:=A2/10;
z:=(A1*(sqr(m1))+A2*(sqr(m2))+A30*(sqr(m3)))/(A1*m1+A2*m2+A30*m3);
y:=A1*m1+A2*m2+A30*m3;
P:=0.00253;
P1:=(m1/z)*P;
P2:=(m2/z)*P;
P3:=(m3/z)*P;
Writeln('P=',P:1:5,'P1=',P1:1:6,'P2=',P2:1:6,'P3=',P3:1:4);
Readln;
end.

```

Рисунок 3.4 – Листинг программы задачи 2

```

Turbo Pascal Version 7.1 Copyright (c) 1983,97 Borland International
P=0.00253P1=0.000365P2=0.000730P3=0.0109

```

Рисунок 3.5 - Окно полученных результатов

Для расчета 3:

Листинг программы:

```

Program Zadacha3;
Var m1,m2,m3,V:Integer;
A,z,y,P,P1,P2,P3,A1,A2,A30:Real;
Begin;
m1:=1;m2:=2;m3:=30;
A1:=18.5;
A2:=A1/10;
A30:=A2/3;
A:=A1+A2+A30;
z:=(A1*(sqr(m1))+A2*(sqr(m2))+A30*(sqr(m3)))/(A1*m1+A2*m2+A30*m3);
y:=A1*m1+A2*m2+A30*m3;
P:=0.00374;
P1:=m1/z*P;

```

```

P2:=m2/z*P;
P3:=m3/z*P;
Writeln('P=',P:1:5,'P1=',P1:1:6,'P2=',P2:1:6,'P3=',P3:1:5);
Readln;
end.

```

```

File Edit Search Run Compile Debug Tools Options Window Help
ZADACHA3.PAS 1=[+]
Program Zadacha3;
Var n1,n2,m3,U:Integer;
A,z,y,P,P1,P2,P3,A1,A2,A30:Real;
Begin;
n1:=1;n2:=2;n3:=30;
A1:=18.5;
A2:=A1/10;
A30:=A2/3;
A:=A1+A2+A30;
z:=(A1*(sqr(n1))+A2*(sqr(n2))+A30*(sqr(m3)))/(A1*n1+A2*n2+A30*n3);
y:=A1*n1+A2*n2+A30*n3;
P:=0.00374;
P1:=n1/z*P;
P2:=n2/z*P;
P3:=n3/z*P;
Writeln('P=',P:1:5,'P1=',P1:1:6,'P2=',P2:1:6,'P3=',P3:1:5);
Readln;
end.
16:5
F1 Help F2 Save F3 Open Alt+F9 Compile F9 Make Alt+F10 Local menu

```

Рисунок 3.6 – Листинг программы задачи 3

```

P=0.00374P1=0.000262P2=0.000524P3=0.00786

```

Рисунок 3.7 - Окно полученных результатов

Для расчета 4:

Листинг программы:

```

Program Zadacha4;
Var V, n, m1, m2, h1, h2, k1, k2: Integer;
P,P1,P2,A1,A2,z,x,N1,N2,N11,N22: Real;
Begin
V:=30;n:=2;m1:=1;m2:=4;h1:=1;h2:=1;k1:=2;k2:=1;
P1:=0.03; P2:=0.08; A1:=0.2; A2:=0.1;
z:=(A1*h1*sqr(m1)+A2*h2*sqr(m2))/(A1*h1*m1+A2*h2*m2);
P:=z*(0.05/4); N11:=124; N22:=41.4;

```

```

x:=1/((k1/N11)+(k2/N22));
N1:=x*k1;
N2:=x*k2;
Writeln ('Результаты по определению максимально дополнительного числа
источников 1-ой и 2-ой категорий ');
Writeln ('z=', z: 1:2,'P=', P: 1:2,'x=', x: 1:2);
Writeln ('N1=', N1:1:2,'N2=', N2:1:2);
Readln;
end.

```

```

Program Zadacha4;
Var U,n,m1,m2,h1,h2,k1,k2: Integer;
P,P1,P2,A1,A2,z,x,N1,N2,N11,N22: Real;
Begin
U:=30;n:=2;m1:=1;m2:=4;h1:=1;h2:=1;k1:=2;k2:=1;
P1:=0.03;P2:=0.08;A1:=0.2;A2:=0.1;
z:=(A1*h1*sqr(m1)+A2*h2*sqr(m2))/(A1*h1*m1+A2*h2*m2);
P:=z*(0.05/4); N11:=124;N22:=41.4;
x:=1/((k1/N11)+(k2/N22));
N1:=x*k1;
N2:=x*k2;
Writeln ('Результаты по определению максимально дополнительного числа источн
Writeln('z=', z:1:2,'P=', P:1:2,'x=', x:1:2);
Writeln('N1=', N1:1:2,'N2=', N2:1:2);
Readln;
End.

```

Рисунок 3.8 – Листинг программы задачи 4

```

Результаты по определению максимального дополнительного числа источников 1-ой и
2-ой категорий
z=3.00P=0.04x=24.82
N1=49.65N2=24.82

```

Рисунок 3.9 - Окно полученных результатов

### 3.4 Моделирование мульти сервисной сети на GPSS

Для расчета зависимостей вероятности блокировки телефонных звонков и среднего времени пребывания в системе заявок на просмотр видео и передачу данных используем одним из более удобных и действенных из таких специализированных языков как GPSS (General Purpose Simulation System).

Листинг программы представлен в Приложении А.

В данной системе пропускная способность канала делятся между голосовыми (voice), видео (video) заявками и заявками данных (data).

Для обработки трафика каждого вида выделяются заданные пользователем части ресурса.

В приложении и дальнейшем в описании часть ресурса, выделенную под этот или другой тип трафика, будем называть набором серверов, выделенных для обработки этого вида трафика.

Принцип распределения сервер для обработки заявок выглядит следующим образом, для каждого типа трафика отличается определенное количество серверов. Голосовые программы блокируются при условии, что все условия для их сервера обработки заняты обработки голосовых приложений, прибыли раньше. Видеоприложения, при условии, что они заняты сервер, получает буфер (очередь). Применение "данные" в занятости всех серверов, доступных для них на время проверки сервера, выделенный для передачи голоса и видео трафика. Если некоторые из них доступны, приложение получает услугу. Тем не менее, он будет вынужден вытеснит если поступит голосовые или видео-приложений, соответствующих типу используемого сервера, так как последние имеют более высокую приоритет.

Транзакции (заявки) всех трех типов генерируются со средним интервалом между поступлениями, распределенным по экспоненциальному закону, как более приближенному к действительному. Таким образом, входной поток заявок описывается следующей формулой:

$$F(x) = \frac{1}{b} e^{-\frac{x-a}{b}}, \quad (3.30)$$

где  $b$  – среднеквадратичное отклонение;

$a$  – математическое ожидание.

По данной причине время обслуживания всех типов транзакций серверами распределено соответственно по экспоненциальному закону.

Каждому типу транзакций соответствуют свое среднее время обработки и средний интервал между поступлениями заявок.

Среднее время обработки заявки сервером в модели задается переменными voice\_x, video\_x и data\_x. Для голосовых транзакций значение voice\_x по умолчанию равно 98 секунд. Это средняя длительность занятия аналоговой абонентской линии собственного пользования в вечерний ЧНН (Час Наибольшей Нагрузки) при 6-значной нумерации. Среднее значение

времени обслуживания видео заявок по умолчанию равно 13620 секунд и заявок данных равно 100 секунд.

Средний интервал между поступлениями заявок в модели соответствует переменным voice\_t, video\_t и data\_t. Значение этих параметров определяются по формуле

$$\bar{t} = \frac{\bar{x}}{\rho_0 + k \cdot \Delta\rho}, \quad (3.31)$$

где  $\bar{x}$  – среднее время обработки заявки соответствующего типа сервером,

$\rho_0$  – величина начальной нагрузки,

$\Delta\rho$  определяется по формуле

$$\Delta\rho = \frac{\rho_{end} - \rho_0}{N - 1}, \quad (3.32)$$

где  $k$  – целое число, изменяющееся от 0 до N-1;

$\rho_{end}$  – величина конечной нагрузки;

$N$  – количество точек моделирования.

Значения величин  $\bar{x}$ ,  $\rho_0$ ,  $\rho_{end}$  и  $N$  задаются пользователем. В зависимости от типа результирующего графика изменяется значение нагрузки для одного вида трафика. Для остальных типов такие параметры как  $\rho_{end}$  и  $N$  не требуются, рассчитывается только одно значение  $\bar{t}$  при  $k = 0$ .

Константы и параметры. В модели используются следующие константы:

- MaxTranzToWrite, отвечающая за количество моделируемых транзакций.

- Num\_of\_DS, Num\_of\_VoS, Num\_of\_ViS, соответствующие количеству серверов, выделенных для data, voice и video трафика.

Для представление состояния серверов (0 – свободен, 1 – занят обработкой голосовой заявки, 2 – занят обработкой видео заявки, 3 – занят обработкой заявки данных) в модели разработана матрица Serv\_Indication\_Row. В этой матрице строка, а количество столбцов соответствует количеству серверов. При этом поступлении заявки на обработку и освобождении сервера матрица обновляется.

В модели параметром №1 заявки задается тип трафика: 1 – голос, 2 – видео, 3 – данные. Для заявок на передачу данных также используется параметр residual\_time для записи времени дообслуживания.

Заявки на передачу данных. После того, как транзакция данных была сгенерирована, происходит проверка на наличие в системе свободных серверов: вначале проверяются сервера, выделенные под данные. Если среди них есть свободные, то заявка встает на обработку в найденный свободный сервер.



Если нет, то аналогичным образом проверяются voice и video сервера. Если после проверки всех серверов свободные найдены не были, то заявка поступает в очередь и ждет, пока какой-нибудь сервер не освободится.

При обработке заявки происходит проверка значения параметра residual\_time. Если оно больше нуля, это значит, что заявка была вытеснена и время ее обработки принимается равным residual\_time. В противном случае время обработки рассчитывается по экспоненциальному закону со средним, равным data\_x.

После окончания обработки заявка выводится из системы.

Голосовые заявки. После того, как голосовая транзакция была сгенерирована, проверяется наличие свободных серверов для голосового трафика. Если такие сервера обнаружены, транзакция поступает на обработку.

Если же все сервера оказываются занятыми, то происходит проверка на наличие серверов, отведенных для голосового трафика, но занятых обработкой транзакции данных.

Если сервер, удовлетворяющий этому условию, найден, то находящаяся на обработке data-заявка вытесняется в очередь и голосовая транзакция поступает на обработку в освободившийся сервер. В противном случае голосовая заявка блокируется.

Видео заявки. Поведение видео заявок аналогично поведению голосовых транзакций за исключением того, что при отсутствии свободных или занятых данными видео серверов заявка не блокируется, а поступает в очередь. [12, 13]

Ниже представлена блок-схема модели (рисунок 3.11).

По окончании процесса моделирования появится окно с итоговым графиком и текстовой информацией (рисунок 3.10).

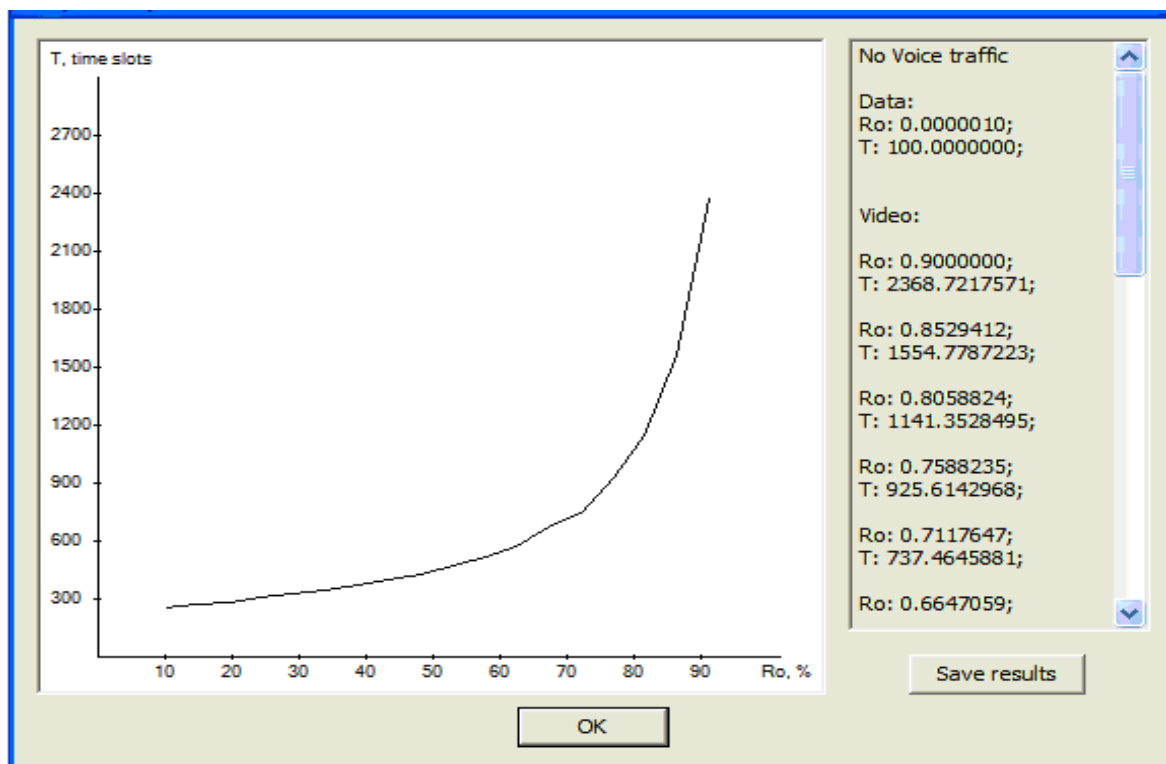


Рисунок 3.10 – Зависимость среднего времени пребывания в системе заявки на просмотр видео от величины поступающей нагрузки

На рисунке 3.10 показана зависимость (в данном случае зависимость среднего времени пребывания в системе приложения для просмотра видео с входного значения нагрузки -  $T(Ro)$ ,  $T$  измеряется во тайм-слотах, нагрузка в процентах). Из этого графика видно, что при увеличении времени загрузки вашего пребывания в системных программах для просмотра видео увеличивается.

Из отчета (Приложение Б) можно прийти к следующим выводам:

- общее время моделирования было 111 минут, 192 секунд
- во время которого каждый сервер используется только один раз;
- очереди запросов данных и обработки видео
- сервер выделяется для голосового трафика используется 0,328 минут, выделенных для видео приложений - 53.666 минут, а данные - 76.883 минут. В конце устройства моделирования были заняты видео-приложений и данных.

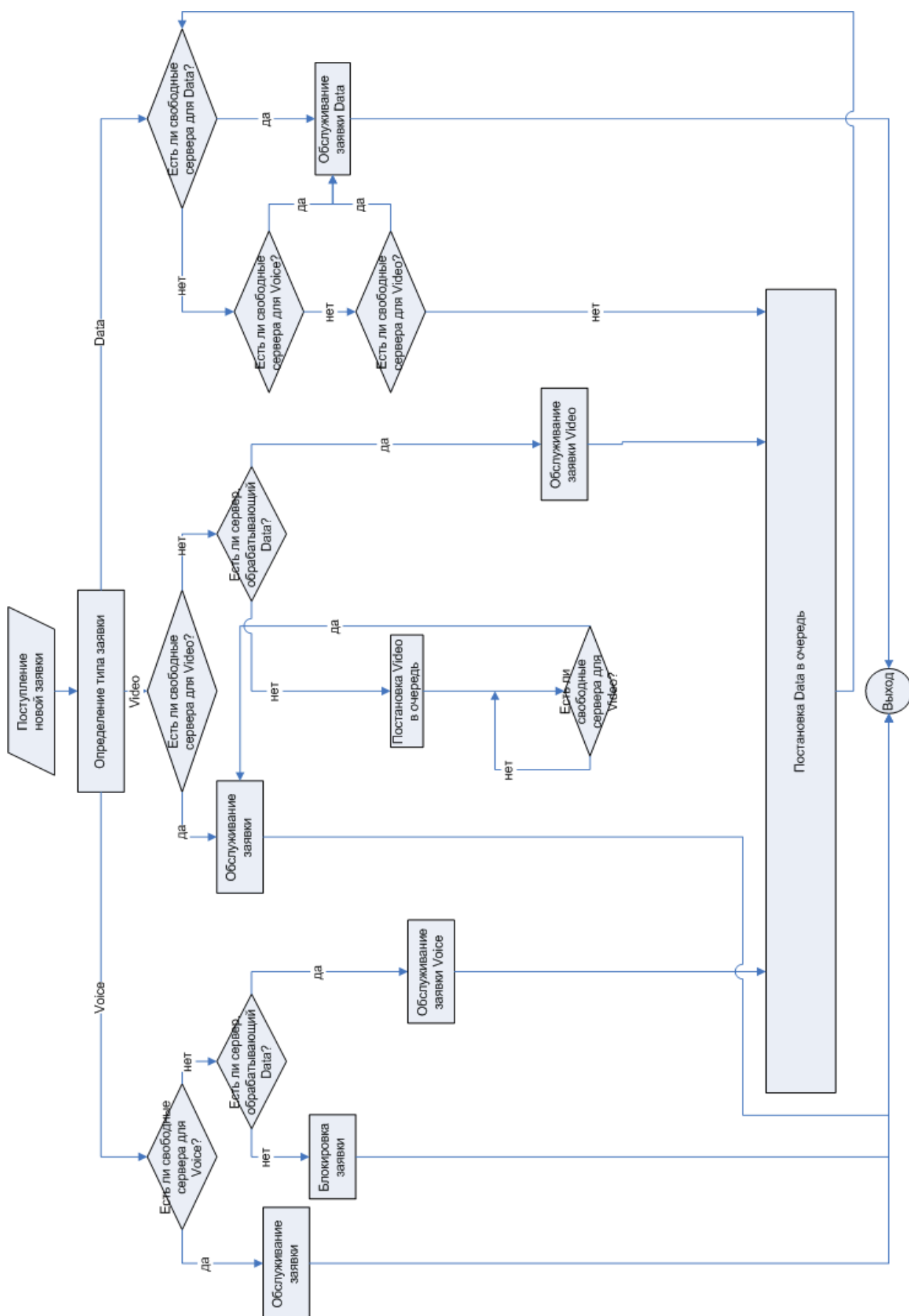


Рисунок 3.11 – Блок-схема

## 4 Безопасность жизнедеятельности

### 4.1 Анализ условий труда

Помещения для операторов мульти сервисной сети для организации управления находятся в пятиэтажном здании на третьем этаже. Площадь помещения для обслуживающего персонала составляет 32 м<sup>2</sup> (длина=8 м, ширина=4 м). Объем помещения – 102,4 м<sup>3</sup>. В помещении находятся пять рабочих мест (три оператора; инженер, занимающийся статистикой и администратор сети). У инженера и администратора сети восьмичасовой рабочий день и пяти дневная рабочая неделя. У операторов круглосуточная, сменная работа, со сменой дежурства каждые 12 часов (две смены).

При непрерывной работе экрана монитора, операторы появляются выраженные раздражение зрительного аппарата и появление жалоб на неудовлетворенность, головные боли, раздражительность, нарушение сна, усталость и боль в глазах, нижней части спины, шеи, рук.

В результате этой организации будет выполняться работы, основанные на новых эргономических требованиях. Конструкция рабочей мебели (столы и стулья) позволяют индивидуальные настройки в соответствии с ростом рабочего и обеспечить удобное положение.

Проект здания операторской с расположенным в нем оборудованием изображен на рисунке 4.1.

Параметры микроклимата оказывает непосредственное влияние на тепловое состояние человека и его работоспособность.

Согласно ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ «Воздух рабочей зоны, общие санитарно–гигиенические требования», работа людей в помещении автозала относится к работе средней тяжести, так как управление оборудованием осуществляется дистанционно с помощью компьютеров (таблица 4.1).

Таблица 4.1 - Технические характеристики оборудования

Наименование	Габариты	Электропитание	Потребляемая мощность
Мультисервисный маршрутизирующий 100-гигабитный коммутатор высокой плотности серий 8600/9600 (Alkatel)	высота: 62,1 см; ширина: 53,8 см; глубина: 48,2 см; вес: 16,9 кг	Первичное питание, поступающее от сети переменного тока (220/380 В, 50 Гц). Вторичное питание для телефонной системы: обычно 48 В постоянного тока. Третичное питание специально для системы коммутации	до 50 Вт

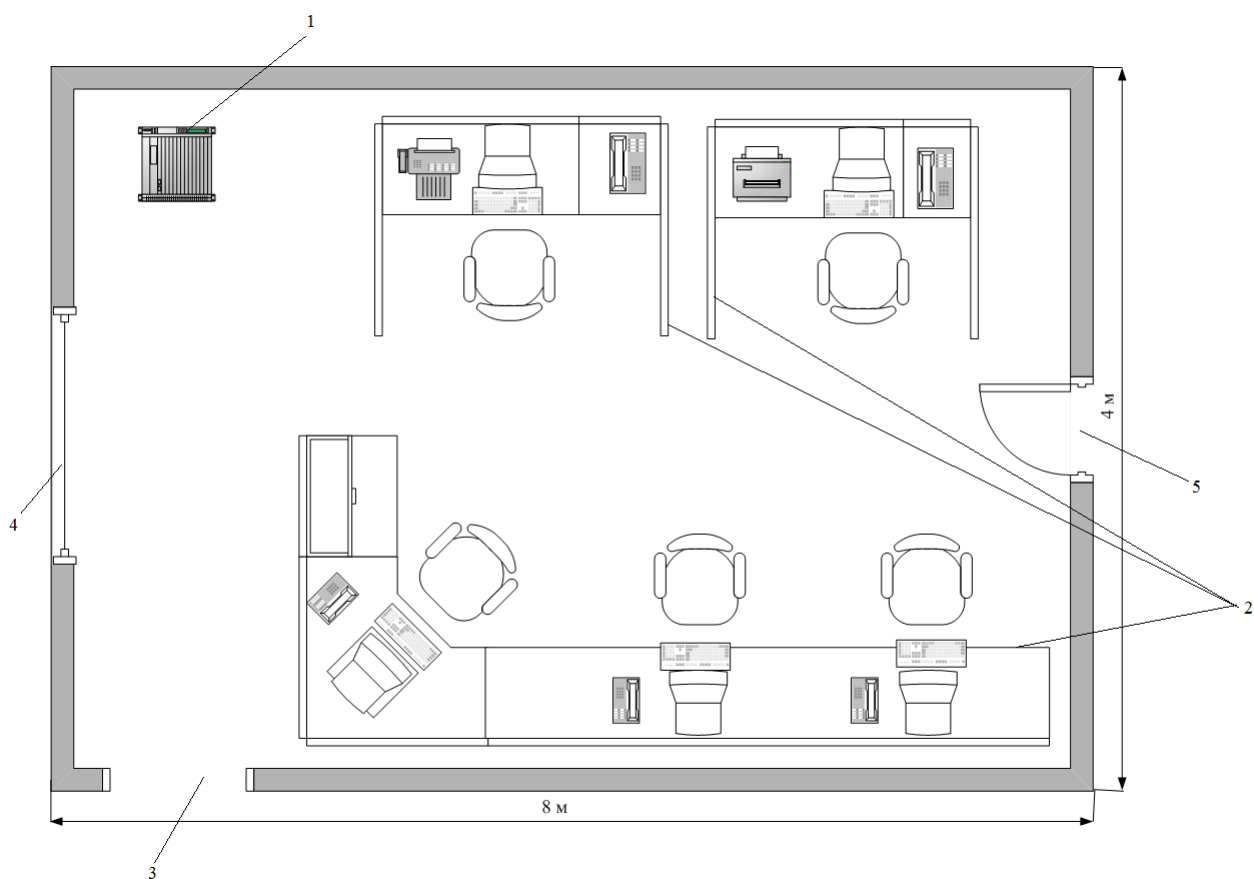


Рисунок 4.1 – План размещения комнаты для операторов

Таблица 4.2 – Категории работ по энергозатратам организма

Работа	Категория	Энергозатраты организма, Дж/с	Характеристика работы
Физическая средней тяжести	Ia	172-232	Связанная с ходьбой, выполняемая стоя или сидя, но не требующая перемещения тяжестей

В таблице 4.3 приведем оптимальные микроклиматические условия согласно ГОСТ 12.0.005–88. ССБТ для физической работы средней тяжести. В операторском помещении установленное оборудование является источником выделения тепла. В результате в летнее время года помещение нуждается в выводе избыточного тепла.

Таблица 4.3 - Оптимальные нормы параметров микроклимата (ГОСТ 12.1.005-88)

Нормы	Оптимальные			Допустимые		
Период работы	Температура воздуха, °C	Относительная влажность, %	скорость движения воздуха, м/с, не более	температура воздуха, °C	относительная влажность, %, не более	Скорость движения воздуха, м/с, не более
Холодный	22 - 24	30 - 60	0,1	21 - 25	80	0,1
Теплый	23 - 25	40 - 60	0,1	22 - 28	75	0,1 - 0,2

Вследствие этого целесообразно организовать зал операторов кондиционирования зал операторов мульти сервисной услуг связи, так как кондиционер обеспечивает автоматический контроль параметров микроклимата в необходимых пределах (таблица 4.3) во все сезоны, чистый воздух от пыли и загрязняющих веществ, создавая небольшого избыточного давления в чистых помещениях, чтобы избежать сырой воздухозаборник. Температура воздуха, подаваемого к операторам помещений не ниже 19°C.

Контроль микроклимата в зале оператора дает возможность поддерживать условия работы, близкие к оптимальным, повышение производительности и удобства работы, сокращает заболевания у рабочих.

Следующие количества наружного воздуха поступает в операторам помещения зала:

- при кубатуре помещения 20 – 40м<sup>3</sup> на одного работающего – не менее 20 м<sup>3</sup>/час на человека.

Расчет микроклимата в зале операторов мульти сервисных услуг приведем далее.

#### 4.2 Расчет микроклимата в зале операторов

Обеспечение подходящих для жизнедеятельности человека параметров микроклимата и воздушной среды реализуется с помощью обширного комплекса вариантов и средств. Наиболее многообещающий средством, обеспечивающим чистоту и оптимальный микроклимат, является кондиционирование, то есть создание искусственного микроклимата в производственном помещении с поддержкой кондиционирующих установок. Количество воздуха  $L$  (м<sup>3</sup>/ч), которое требуется вывести за один час из производственного помещения, чтобы вместе с ним исключить избыток тепла  $Q_{изб}$ , определяется по формуле [16]



$$L = \frac{Q_{изб}}{C_B} \cdot \Delta t \cdot y_B, \quad (4.1)$$

где  $C_B$  – теплоемкость сухого воздуха,  $\text{ккал/кг} \cdot \text{град}$

$C_B = 0,24, \text{ккал/кг} \cdot \text{град}$ ;

$\Delta t = t_{yx} - t_{bx}$ ,  $^{\circ}\text{C}$  (при расчетах примем  $\Delta t = 5^{\circ}\text{C}$ );

$y_B$  – плотность уходящего воздуха, определяемая в зависимости от температуры,  $\text{кг/м}^3$  (при расчетах принимается  $1,20 \text{ кг/м}^3$ ).

Избыточное тепло – это разность тепловыделений в помещении и теплоотдачи через внешние ограждения в окружающую среду:

$$Q_{изб} = Q_{\Pi} - Q_{от} \quad (\text{ккал/ч}), \quad (4.2)$$

где  $Q_{\Pi}$  – количества тепла, поступающего в воздух помещения,  $\text{ккал/ч}$ ;

$Q_{от}$  – теплоотдача в окружающую среду через внешние ограждения (в теплое время года, при расчетах можно принять равным нулю).

Количество тепловыделений  $Q_{\Pi}$  зависит от мощности оборудования, числа работающих людей и тепла, которое вносится в помещение солнечной радиацией через оконные проемы

$$Q_{\Pi} = Q_{об} + Q_{л} + Q_{р}, \quad (4.3)$$

где  $Q_{об}$  – тепло выделяемое производственным оборудованием,  $\text{ккал/ч}$ ;

$Q_{л}$  – тепло выделяемое людьми,  $\text{ккал/ч}$ ;

$Q_{р}$  – тепло, вносимое солнечной радиацией,  $\text{ккал/ч}$ .

Тепло, выделяемое производственным оборудованием, определяется из соотношения

$$Q_{об} = 860 \cdot P_{об} \cdot n, \quad (4.4)$$

где 860 – тепловой эквивалент  $1 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ , то есть тепло, эквивалентное  $1 \text{ кВт} \cdot \text{час}$  электрической энергии;

$P_{об}$  – мощность используемая оборудованием = 2,98 кВт;

$n$  – коэффициент перехода тепла в помещение = 0,75 (для зала управления).

$$Q_{об} = 860 \cdot 2,98 \cdot 0,75 = 1922,1 \quad (\text{ккал/ч}).$$

Так как количество работающих человек в зале равно 5ти , то значение  $Q_{Л}$  находим по формуле

$$Q_{Л} = n \cdot q, \quad (4.5)$$

где  $n$  – количество работающих человек ( $n=5$ );  
 $q$  – теплопотеря одного человека ( $q=80-116$  ккал).

$$Q_{Л} = 5 \cdot 116 = 580 \text{ (ккал/ч)}.$$

Тепло, вносимое солнечной радиацией, определяется из соотношения

$$Q_{Р} = m \cdot F \cdot g_{ОСТ}, \quad (4.6)$$

где  $m$  – число окон в помещении;  
 $F$  – площадь оконных проемов =  $2,009 \text{ м}^2$ ;  
 $g_{ОСТ}$  – солнечная радиация через остекленную поверхность, то есть количество тепла, вносимое за 1 час через остекление площадью в  $1 \text{ м}^2$  (для зала управления =  $145$ ).

$$Q_{Р} = 2,009 \cdot 145 = 291,3 \text{ (ккал/ч)},$$

$$Q_{ИЗБ} = Q_{Р} = 1922,1 + 291,3 + 580 = 2793,4 \text{ (ккал/ч)}.$$

Требуемый воздухообмен рассчитаем по формуле

$$L = \frac{2793,4}{0,24} \cdot 5 \cdot 1,20 = 1939,86 \text{ (м}^3\text{/ч)}.$$

Отношение количества воздуха, поступающего в помещение за 1 час к объему помещения, является кратностью воздухообмена:

$$K = \frac{L}{V_{П}}, \quad (4.7)$$

где  $V_{П}$  – объем помещения,  $\text{м}^3$

$$K = \frac{1939,86}{102,4} = 18,94.$$

Согласно произведенному расчету выбираем кондиционер Sua 0331 (AMICO)

Таблица 4.4 –Параметры и характеристики кондиционера Sua 0331 (AMICO)

Параметры	характеристики
Производство	Италия
Год выпуска	2002
Производитель	AMICO
Комментарий	
Воздушный поток в двух направлениях	
Антибактериальный фильтр	
Ротационный компрессор	
Две скорости вентилятора	
Воздушный поток одновременно в две стороны	
Электропитание В/Ф/Гц	230/1/50
Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч	1940
Мощность компрессора, кВт	9,5
Электронагреватель, кВт	2,9
Увлажнитель, кВт	2,2
Расход пара, кг/ч	2,0
Размеры, мм: высота	1740
ширина	700
глубина	450
Масса, кг	150
Соединительные линии, мм: газовая	16
жидкостная	12
дренажная	21

### 4.3 Расчет информационной нагрузки оператора

Зависимости от подготовки и опыта оператор, решает задачи различной сложности, но в общем случае работа оператора основывается по следующему алгоритму

Таблица 4.5 Этот метод отображает совместные воздействия оператора при решении поставленной задачи независимо от ее трудности.

Этап	Содержание	Затрата времени, %
I	Постановка задачи	6.25
II	Изучение материала по поставленной задаче	
III	Определение метода решения задачи	6.25
IV	Составление алгоритма решения задачи	12.5
V	Программирование	25
VI	Отладка программы, составление отчета	50

Рассчитаем количество членов алгоритма и их частоту (вероятность) относительно общего количества, принятого за единицу. Результаты расчета сведем в таблицу 4.6. Вероятность повторения *i*-ой ситуации определяется по формуле:

$$p_i = k/n, \quad (4.8)$$

где *k* – количество повторений каждого элемента одного типа.

*n* – суммарное количество повторений от источника информации, одного типа.

Таблица 4.6 - Количественные характеристики алгоритма

Источник информации	Члены алгоритма	Символ	Количество членов	Частота повторений $p_i$
1	Афферентные – всего (n), в том числе (к):		6	1,00
	Изучение технической документации и литературы	A	2	0,33
	Наблюдение полученных результатов	F	4	0,67
2	Эфферентные – всего, В том числе:		18	1,00
	Уточнение и согласование полученных материалов	B	3	0,17
	Выбор наилучшего варианта из нескольких	C	8	0,44
	Исправление ошибок	D	1	0,06
	Анализ полученных результатов	H	6	0,33
	Выполнение механических действий	K	0	0

Продолжение таблицы 4.6

1	2	3	4	5
3	Логические условия – всего в том числе		13	1,00
	Принятие решений на основе изучения технической литературы	j	5	0,39
	Графического материала	q	2	0,15
	Полученного текста программы	w	6	0,46
	Всего:		37	

Количественные характеристики алгоритма (Таблица.4.6) позволяют рассчитать информационную нагрузку оператора. Энтропия информации элементов каждого источника информации рассчитывается по формуле, бит/сигн:

$$H_j = -\sum_{i=1}^m p_i \log_2 p_i, \quad (4.9)$$

где  $m$  – число однотипных членов алгоритма рассматриваемого источника информации.

$$H_1 = 2 * 2 + 2 * 4 = 10,$$

$$H_2 = 3 * 1,585 + 8 * 3 + 0 + 6 * 2,585 = 44,265,$$

$$H_3 = 5 * 2,323 + 2 * 1 + 6 + 2,585 = 29,125.$$

Затем определяется общая энтропия информации, бит/сигн:

$$H_{\Sigma} = H_1 + H_2 + H_3, \quad (4.10)$$

где  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$  – энтропия афферентных, эфферентных элементов и логических условий соответственно.

$$H_{\Sigma} = 10 + 44,265 + 29,125 = 83,39.$$

Далее определяется поток информационной нагрузки бит/мин,

$$\Phi = \frac{H_{\Sigma} \cdot N}{t}, \quad (4.11)$$

где N – суммарное число всех членов алгоритма;

t – длительность выполнения всей работы, мин.

От каждого источника в информации (члена алгоритма) в среднем поступает 3 информационных сигнала в час, время работы - 225 часов,

$$\Phi = \frac{83,39 \cdot 37 \cdot 3 \cdot 225}{13500} = 2,6 \text{ (бит/с)}.$$

Рассчитанная информационная нагрузка сравнивается с допустимой. При необходимости принимается решение об изменениях в трудовом процессе.

Условия нормальной работы выполняются при соблюдении соотношения:

$$\Phi_{\text{доп.мин.}} \leq \Phi_{\text{расч.}} \leq \Phi_{\text{доп.макс.}}, \quad (4.12)$$

где  $\Phi_{\text{доп.мин.}}$  и  $\Phi_{\text{доп.макс.}}$  – минимальный и максимальный допустимые уровни информационных нагрузок (0,8 и 3,2 бит/с соответственно);

$\Phi_{\text{расч.}}$  – расчетная информационная нагрузка:

$$0,8 < 2,6 < 3,2.$$

**Выводы:** Исходя из расчетных требования нам понадобилось кондиционер Sua 0331 (AMICO). Так как он обеспечивает микроклимат в помещения, чтобы вместе с ним исключить избыток тепла. Было рассмотрено информационная нагрузка на оператора, для чтобы выявить условия нормальной работы.

## 5 Экономическая часть проекта

### 5.1 Резюме

Услуги связи в республике Казахстан занимают заметный весомый вес в формировании ВВП государство (до 3% в год). В 2014 году насчитывалось больше 3,3 млн. стационарных телефонных номеров на 17,04 млн. жителей. Телефонная плотность по республике составила 23,4 номеров на 100 человек. На цифровой стандарт переведено 86% местных сетей, что несколько выше аналогичного показателя по всем странам СНГ.

Общее количество Интернет пользователей АО «Казахтелеком» (с учетом дочерних компаний) составило 1 млн. 200 тыс. человек или 7,3% по всему населению, что ниже средних показателей по СНГ.



Жизнеспособность предприятия, занимающегося как обслуживанием, так и производством зависит от его имеющей возможности добиваться удовлетворенности потребителя. Большинство менеджеры считают основным для продажи цену и сроки поставки, при этом недостаточно учитывая внимание приоритет продукции. Необходимо рассматривать повышение приоритетов как один из важнейших факторов в определении конкурентоспособности. Многие потребители рассматривают увеличение ценности как нечто более важное, чем уменьшение цены. Искусный продавец может получить заказ на выполнение работ в условиях конкуренции других фирм, однако только качество товара или услуги определяет в большей степени — повторит ли потребитель свой заказ у этого продавца еще раз.

Некоторые руководители считают, что удовлетворение ожиданий потребителя по качеству приводит к увеличению затрат поставщика (производителя), что в свою очередь снижает прибыль или увеличивает цену. Такая позиция основывается на двух предположениях:

- повышения продукта, поставляемого потребителю, подразумевает проведение более интенсивных проверок и сортировку по их результатам на продукцию, подлежащую отправке, переделке или выбросу;
- повышения качества продукции подразумевает выбор лучшего сорта.

Анализ выполнения услуги и улучшение ее качества.

Оператор, работающий на рынке услуг электросвязи, необходимо ввести в практику постоянную проверку процессов осуществления услуги с целью улучшению ее качества. Для решения данной такой задачи требуется создать и поддерживать в рабочем состоянии информационную систему, призванную предоставлять сбор и обработку данных о качестве услуги. Необходимо быть определена ответственность за улучшения качества услуги и функционирование информационной системы. Осуществления услуги проверяется путем планомерных проверок и измерений по заранее разработанной методами. Первичные данные во время измерений подлежат соответствующей обработке с целью получения итоговых данных:

- оценки качества услуги пользователем;
- оценки качества оператором;
- оценки качества экспертами.

Процесс измерения и сбора данных необходимо анализироваться с целью обнаружения ошибок. Основания ошибок во время измерений характеристик услуг могут быть как субъективными (низкая квалификация работников, неудовлетворительный контроль следования методике измерений), так и действительными.

Преимущественно заметной тенденцией последних лет на рынке телекоммуникаций стало развитие мульти сервисных сетей связи. Услуги мульти сервисной сети в первую очередь предназначены для компаний, которые направлено на интенсивное развитие бизнеса, оптимизацию затрат, автоматизацию бизнес-процессов, новые методы управления и обеспечение информационной безопасности.

## **5.2 Услуги**

Мульти сервисные сети позволяют поддерживать следующие виды услуг:

- телефонная и факсимильная связь;
- выделенные цифровые каналы с постоянной скоростью передачи;
- пакетная передача данных с требуемым качеством сервиса;
- передача изображений, видеоконференцсвязь;
- телевидение;
- IP-телефония;
- широкополосный доступ в Интернет;
- сопряжение удаленных ЛВС, в том числе работающих в различных стандартах;
- создание VPN-сетей и другие.

Мультисервисные сети открывают массу возможностей построения различных наложенных сервисов поверх универсальной транспортной среды - от пакетной телефонии до интерактивного веб-служб и телевидения. Данная сеть осуществляет ряд новых функций:

- универсальный параметр обслуживания различных приложений;
- не зависит от технологий услуг связи и гибкость получения набор качества услуг и объема;
- абсолютная прозрачность взаимоотношений между пользователями и поставщиком услуг.

Интеграция трафика разнородных данных и голоса помогает добиться качественного улучшения эффективности информационной поддержки управления предприятием, при этом использование интегрированной транспортной среды позволяет уменьшить издержки на создание и эксплуатацию сети.

Достоинствами мульти сервисной сети является то, что она позволяет уменьшить разнообразие типов оборудования, применять единые стандарты, технологии и централизованно управлять коммуникационной средой.

## **5.3 Стратегия маркетинга**

Маркетинговые услуги. Основная функция маркетинга - определение спроса на услугу и продвижения своих потребностей. В процессе изучения потребностей службы должны быть проведены опросы и зарядки количество обзоров мастерства. Маркетинг должен включать в себя следующие виды деятельности:

- создание спроса на услуги и уровень его качества;
- создание спроса на дополнительные услуги;
- анализ потребностей пользователей;
- консультации со всеми заинтересованными ведомствами и подразделениями оператора для определения состава характеристик

(атрибутов), а уровень качества, что они способны контролировать и обеспечивать;

- анализ деятельности конкурентов;
- анализ внутреннего законодательства, международных и национальных стандартов, касающихся обеспечения безопасности и защиты прав потребителей;
- оценка влияния применения системы менеджмента качества;
- систематическое изучение меняющихся потребностей рынка.

Оператор заинтересован в том, что его обязательства по отношению к пользователю было документально. Таким образом, до публикации этих обязательств, оператор должен согласовать их с возможностями реализации и законодательных требований.

Официальные регистрационные обязательства по отношению к пользователю будет способствовать оператору эффективно взаимодействовать с ними

#### 5.4 Финансовый план

Таблица 5.1 – План проведения исследовательских работ

Наименование этапов и содержание работ	Исполнитель	Трудоемкость, нормы – час	Количество исполнителей
Контроль качества обслуживания на сети Сбор статистики, анализ данных	Ведущий инженер	7	1
	Инженер-программист	7	1
	Главный оператор	7	1
	Оператор	7	1
	Администратор сети	7	1
Итого:	-	-	5

#### 5.5 Трудоемкость

Наиболее сложной и ответственной частью при планировании НИР является расчет трудоемкости работ, так как трудовые затраты часто составляют основную их часть стоимости, а так же непосредственно влияют на сроки разработки. При расчете трудоемкости научно – исследовательских работ только частично можно использовать нормативную базу. Основными же методами определения затрат труда на осуществление темы НИР является метод прямого счета трудоемкости руководителем работы.

Длительность цикла в днях по каждому виду работы укрупнено можно определить по формуле:

$$tn = \frac{T}{qn \cdot 7 \cdot K}, \quad (5.1)$$

где  $T$  – трудоемкость этапа, норма – час;  
 $qn$  – количество исполнителей по этапу;  
 $7$  – продолжительность рабочего дня, час;  
 $K$  – коэффициент выполнения норм времени ( $K = 1,1$ ).

$$m = \frac{T}{qn \cdot 7 \cdot k} = \frac{7}{5 \cdot 7 \cdot 1,1} = 0,18 = 1 \text{ день.}$$

## 5.6 Расчет себестоимости

### а) Расчет расхода материалов

Таблица 5.2 - Расчет затрат на организацию рабочего места

Наименование	Единицы измерения	Количество	Цена за единицу, тыс. тенге	Сумма, тыс. тенге
Компьютер (системный блок, монитор, мышь)	штук	5	95	475
Компьютерный стол	штук	5	15	75
Стул	штук	5	3	15
Принтер	штук	1	20	20
Телефон	штук	5	3	15
Факс	штук	1	5	5
Итого:	-	22	141	605

Таблица 5.3 – Расчет расхода материалов

Наименование материала	Единица измерения	Количество	Цена за единицу, тенге	Сумма, тыс. тенге
Бумага	лист	1000	1	1
Картриджи	штук	1	1000	1
Канцелярские принадлежности	штук	30	250	7,5
Итого:	-	1031	1251	9,5

б) Заработная плата основных разработчиков, тех, кто непосредственно принимает участие в выполнении работ.

$$З = 22 \cdot 7 \cdot 600 = 92,4 \text{ (тыс. тенге),}$$

$$З = 22 \cdot 7 \cdot 559 = 84,7 \text{ (тыс. тенге),}$$

$$З = 22 \cdot 7 \cdot 400 = 61,6 \text{ (тыс. тенге),}$$

$$З = 22 \cdot 7 \cdot 350 = 53,9 \text{ (тыс. тенге),}$$

$$З = 22 \cdot 7 \cdot 250 = 38,5 \text{ (тыс. тенге).}$$

где 22 – количество рабочих дней в месяц;

7 – количество рабочих часов в день;

600, 550, 400, 350, 250 – заработная плата за час работы в тенге.

Фонд оплаты труда определяется как сумма оплаты труда всех работников за год:

$$\Phi OT = 12 \cdot \sum (a_{i,cm} \cdot w_{i,cm}),$$

где  $a_{i,cm}$  – месячная заработная плата одного работника определенной квалификации;

$w_{i,cm}$  – станционный персонал, который определяется по «Типовым штатам станционного персонала»;

12 – коэффициент, который определяет затраты по труду за год.

$$\Phi OT = 12 \cdot 331,1 = 3973,2 \text{ тыс. тенге.}$$

Отчисления в социальный налог берутся в размере 13% от фонда оплаты труда:

$$O = \Phi OT \cdot 0,13,$$

$$O = 3973,2 \cdot 0,13 = 516,516 \text{ (тыс. тенге).}$$

Таблица 5.4 – Заработная плата. Расчет основной заработной платы производственного персонала

Наименование этапов и содержание работ	Исполнитель	Трудоемкость, нормы – час	Заработная плата за час работы, тенге	Сумма заработной платы, тыс. тенге
Контроль качества обслуживания на сети	Ведущий инженер	7	600	92,4
	Инженер-программист	7	550	84,7

Продолжение таблицы 5.4

1	2	3	4	5
Сбор статистики, анализ данных	Главный оператор	7	400	61,6
	Оператор	7	350	53,9
	Администратор сети	7	250	38,5
	Итого:	-	2150	331,1

Фонд оплаты труда определяется как сумма оплаты труда всех работников за год:

$$\Phi OT = 12 \cdot \sum (a_{i,cm} \cdot w_{i,cm}),$$

где  $a_{i,cm}$  – месячная заработная плата одного работника определенной квалификации;

$w_{i,cm}$  – станционный персонал, который определяется по «Типовым штатам станционного персонала»;

12 – коэффициент, который определяет затраты по труду за год.

$$\Phi OT = 12 \cdot 331,1 = 3973,2 \text{ (тыс. тенге).}$$

Отчисления в социальный налог берутся в размере 13% от фонда оплаты труда:

$$O = \Phi OT \cdot 0,13,$$

$$O = 3973,2 \cdot 0,13 = 516,516 \text{ (тыс. тенге).}$$

Накладные расходы в моем случае составляют 75% от стоимости оборудования, или:

$$H = 605 \cdot 0,75 = 453,8 \text{ (тыс. тенге).}$$

Эксплуатационные расходы равны

$$\Xi = 3973,2 + 9,5 + 516,516 + 453,8 = 4953,02 \text{ (тыс. тенге).}$$

Таблица 5.5 – Эксплуатационные расходы

Наименование статей расходов	Значение за год, тыс. тенге
1 Расходы на оплату труда	3973,2
2 Отчисления на социальные нужды	516,516
3 Расходы на материалы	9,5
4 Накладные расходы	453,8
Итого:	4953,02

Изложенное выше в табличной форме продемонстрируем на рисунке 5.1.

Из рисунка 5.1 видно, что основную часть эксплуатационных расходов составляют расходы на оплату труда (80,22%); 10,43% эксплуатационных расходов идут на отчисления социальных нужд, а 9,16% на накладные расходы.

В нашем проекте не представляется возможным повышать тарифы на услуги по улучшению качества обслуживания. Поэтому мы идем другим путем в расчете выгоды (прибыли) для оператора связи, где внедряется наша оргтехника предприятия. По нашим соображениям экономия от внедрения рассчитывается за счет 10-15% от суммы условно постоянных расходов. При этом сумма составит:  $453,8 + (3973,2 \cdot 0,5) = 2440,4$  тыс. тенге.

Расчет амортизации на оборудование

$$A = 605,0 \cdot 0,15 = 90,75 \text{ (тыс. тенге).}$$

В этом расчете цифра 605,0 – стоимость оборудования, а 0,15 – годовая норма амортизации или износа данного оборудования.

Коэффициент эффективных дополнительных инвестиций

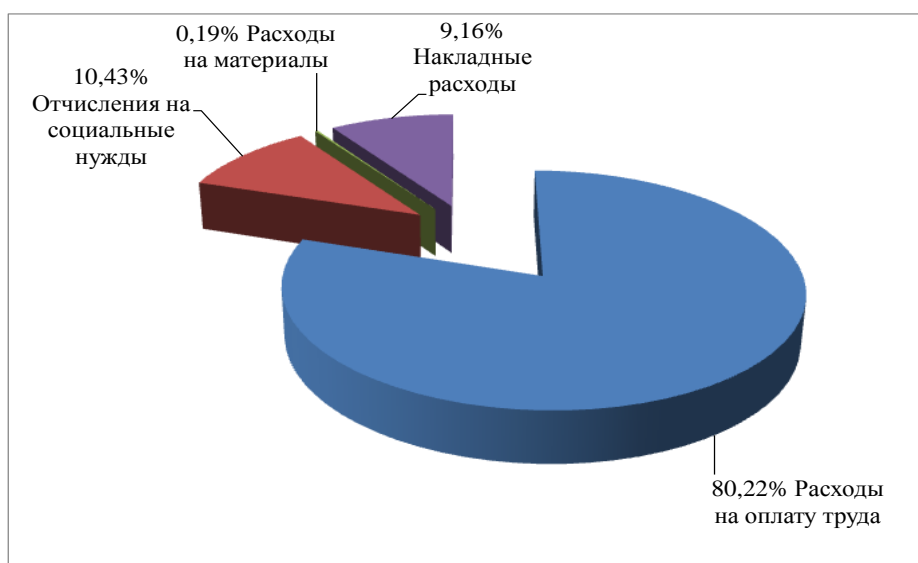


Рисунок 5.1 - Структура эксплуатационных расходов



В этом расчете цифра 605,0 – стоимость оборудования, а 0,15 – годовая норма амортизации или износа данного оборудования.

Коэффициент эффективных дополнительных инвестиций

$$K_3 = \frac{2440,4}{605,0} = 4,03 \text{ (тыс. тенге).}$$

Срок окупаемости капитальных вложений в проект

$$T = \frac{605,0}{2440,4} = 0,25 \text{ года или 4 месяца.}$$

Как показывают табличные расчеты, показатели и цифры, коэффициент экономической эффективности от внедрения нашего мероприятия составляет 4,03, а срок окупаемости инвестиций 0,25 года или 4 месяца.

Таблица 5.6 – Основные экономические показатели проекта (в тыс. тенге)

Годовые эксплуатационные расходы:	Всего
1 Расходы на оплату труда	3973,2
2 Отчисления на социальные нужды	516,516
3 Материальные затраты	9,5
4 Накладные расходы	453,8
5 Амортизационные отчисления	90,75
6 Экономия на условно постоянные расходы	2440,4
7 Объем инвестиций (капитальные вложения)	605,0
8 Коэффициент эффективности дополнительных инвестиций	4,03
9 Срок окупаемости, лет	0,25
Итого:	8093,196

### **Выводы:**

В условиях рыночной экономики необходимо функционирование предприятий искать и разрабатывать свои собственные пути развития. Предприятия обязаны улучшить свое экономическое положение за счет оптимального баланса между затратами и результатами своей деятельности, искать новые формы капиталовложений, чтобы найти более эффективные способы предоставления услуг от производителя к потребителю.

Согласно расчетам раздела 5 выпускной работы, реализация наших предложений значительно улучшает качество работы оператора. Оно выражается в таких терминах, как частный: надежность клиента, скорость абонентов связи на обоих концах провода, отсутствие отказов оборудования и т.д. Все это обеспечивает относительную экономию средств поставщика (продавца услуг).

Таким образом, экономический эффект от суммы реализации проекта до 2440.4 тыс. Тенге и срок окупаемости 4 месяца дополнительных инвестиций, которые отвечают требованиям руководящих принципов для осуществления экономической части дипломной работы [18, 19].

## **Заключение**

В данной выпускной работе были рассмотрены качество обслуживания в мультисервисных сетях, основанных на технологии ATM. Показано организация и структура построения мультисервисных сетей. Включен в список основных и дополнительных услуг мультисервисной сети. ATM технология описана сущность, его архитектуру и параметры, характеризующие основные свойства трафика, а также услуги по передаче данных.

Проведен анализ качества обслуживания в современных сетях. При освещении традиционной оценки параметров качества обслуживания и методов обеспечения QoS, гарантировано качество. Детальная концепция SLA (соглашение об уровне обслуживания - Соглашение об уровне обслуживания), его структура.

Детально проанализировано качество обслуживания в сети ATM, функции управления трафика в этих сетях услуг, трафика и параметров QoS для соединений ATM, а также классов и параметров QoS.

Было выполнено расчет качества обслуживания в мультисервисных сетях, проведенные расчеты на языке программирования Turbo Pascal, а также вычислили зависимость вероятности блока телефонных звонков и среднее время пребывания в системе приложений для просмотра видео и передачи данных используют один из наиболее удобным и эффективным из этих специализированных языков, таких как GPSS (моделирование системы общего назначения). Оценка QoS на службе мультисервисной.

В главе безопасности жизнедеятельности описан анализ условий труда на рабочем месте и произведены расчеты микроклимата и информационной нагрузки оператора.

В экономической части рассчитаны исследовательские работы на предоставления услуг и обеспечения качества обслуживания[23].

## Список сокращений

- ATM - Asynchronous Transfer Mode - асинхронный режим передачи  
ТфОП - телефонные сети общего пользования  
СПД - сети передачи данных  
IP - Internet Protocol - протокол Интернет  
MPLS - Multi- Protocol Label Switching - многопротокольная коммутация по меткам  
AAL - ATM Adaptation Layer - уровень адаптации ATM  
AAL 1 - ATM Adaptation Layer 1 - уровень адаптации ATM 1  
AAL 2 - ATM Adaptation Layer 2 - уровень адаптации ATM 2  
AAL 3/4 - ATM Adaptation Layer 3/4 - уровень адаптации ATM 3/4  
AAL 5 - ATM Adaptation Layer 5 - уровень адаптации ATM 5  
xDSL - Digital Subscriber Line - цифровая абонентская линия, x – разновидность технологии  
DWDM - Dense Wave-Division Multiplexing - плотное мультиплексирование с разделением каналов  
SDH - Synchronous Digital Hierarchy - синхронная цифровая иерархия  
VPN - Virtual Private Network - виртуальная частная сеть  
PON - Passive Optical Network - пассивная оптическая сеть  
LMDS - Local Multipoint Distribution System - беспроводная широкополосная технология для местной сети, радиодоступ  
HFC - Hybrid Fixed/Coax - сегмент сети доступа с комбинацией ВОК/коаксиальный кабель  
GFC – Generic Flow Control – обобщенное управление потоком  
VPI – Virtual Path Identifier – идентификатор виртуального пути  
VCI – Virtual Channel Identifier – идентификатор виртуального канала  
PTI – Payload Type Identifier – идентификатор типа данных  
HEC – Header Error Control – управление ошибками в заголовке  
VC – Virtual Channel – виртуальный канал  
VP - Virtual Path – виртуальный путь  
QoS – Quality of Service – качество обслуживания  
CBR - Constant Bit Rate - постоянная битовая скорость  
rt-VBR - real time Variable Bit Rate - переменная скорость передачи в режиме реального времени  
NRT-VBR - Non Real Time Variable Bit Rate - переменная скорость передачи без режима реального времени  
ABR - Available Bit Rate - доступная битовая скорость  
UBR - Unspecified Bit Rate - неспецифицированная скорость передачи  
DBR - Deterministic Bit Rate - детерминированная скорость передачи  
SBR - Statistic Bit Rate - статистическая скорость передачи типа 1, 2, 3 (SBR.1, SBR.2, SBR.3);  
ABR - Available Bit Rate - доступная скорость передачи;

ABT/IT - ATM Block Transfer with Immediate Transmission - не медленный перенос блока ATM

ABT/DT - ABT with Delayed Transmission - перенос блока ATM с задержкой

MCR - Minimum Cell Rate - минимальная скорость передачи ячеек,

MBS - Maximum Bust Size - максимальная длина пакета ячеек,

CDVT - Cell Delay Variation Tolerance - допустимое отклонение времени задержки ячейки

CTD - Cell Transfer Delay - время задержки переноса ячеек;

CDV - Cell Delay Variation - отклонение времени задержки переноса ячеек,

CLR - cell loss ratio - коэффициент потерь ячеек.

CER - Cell Error Ratio - отношение числа ячеек с ошибками к общему числу переданных ячеек;

CMR - Cell Misinsertion Rate - доля ячеек, принимаемых не по адресу назначения;

SECBR - Severely-Errored Cell Block Ratio - коэффициент ошибочных блоков.

SLA - Service Level Agreement - соглашение об уровне обслуживания

ETSI - European Telecommunication Standard Institute - Европейский институт стандартов в области связи

ITU-T - International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector - Сектор Международного Союза Электросвязи, разрабатывающий рекомендации в области телекоммуникаций

SVC - Switched Virtual Circuit - коммутируемый виртуальный канал

PVC - Permanent Virtual Circuit - постоянный виртуальный канал

TM - Traffic Management - управление трафиком

CAC - Connection Admission Control - управление установлением соединения

UPC - Usage parameter Control - управление используемыми параметрами трафика QoS

GCRA - Generic Cell Rate Algorithm - обобщенный алгоритм контроля скорости ячеек

PCR - Peak Cell Rate - пиковая скорость передачи ячеек

CDV - Cell Delay Variation - вариации задержки ячеек

SCR - Sustainable Cell Rate - поддерживаемая скорость передачи ячеек

ISDN - Integrated Service Digital Network - цифровая сеть с интеграцией служб

GPSS - General Purpose Simulation System – общецелевая система моделирования

ВОК – волоконно-оптический кабель

ИКМ – импульсно-кодовая модуляция

АДИКМ - адаптивная импульсно-кодовая модуляция

МСЭ-Т - Международный Союз Электросвязи – телефония

СК – системы коммутации

УК – узел коммутации

ИНПД - идеальное неполнодоступное включение

т.е. – то есть

т.п. – тому подобное

т.д. – так далее

## Список литературы

- 1 Денисова Т.Б., Лихтциндер Б.Я., Назаров А.Н., Симонов М.В., Фомичев С.М. Мультисервисные АТМ-сети. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 320 с.
- 2 Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети: принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2006. – 958 с.
- 3 Шереметьев А.Л. Мультисервисные сети // КомпьютерПресс. №1. 1999. – С.77-81.
- 4 Панасенко А.А. Соглашение об уровне обслуживания как метод предоставления QoS // Вестник связи. №4. 2003. – С. 157-159.
- 5 Семенов Ю.В. Проектирование сетей связи следующего поколения. – СПб.: Питер, 2005. – 228 с.
- 6 Харитонов В.Х. Качество обслуживания и эффективное использование ресурсов в мультисервисных сетях // Вестник связи. №12. 2004. – С. 48-51.
- 7 Величко В.В., Субботин Е.А., Шувалов В.П., Ярославцев А.Ф. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие. В 3 томах. Том 3. – Мультисервисные сети. – М.: Горячая линия-Телеком, 2005. -592 с.
- 8 Корнышев Ю.Н., Фань Г.Л. Теория распределения информации: Учебное пособие для ВУЗов. - М.: Радио и связь, 1995. 9 Корнышев Ю.Н., Пшеничников А.П. Теория телетрафика. - М.: Радио и связь, 1996.
- 10 Шнепс М.А. Системы распределения информации. Методы расчета: Справочное пособие. - М.: Радио и связь, 1979.
- 11 Ершов В.А., Кузнецов Н.А. Метод расчета пропускной способности магистралей мультисервисных телекоммуникационных сетей // Труды МАК (приложение к журналу «Электросвязь»). №1. 1999. – С. 9-12.
- 12 Боев В.Д. Моделирование систем. Инструментальные средства GPSS World: Учебное пособие. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 368 с.
- 13 Учебное пособие по GPSS World. – Казань: «Мастер Лайн», 2002. – 272 с.
- 14 Дюсебаев М.К., Бегимбетова А.С.. Методические указания к выпускной работе (для студентов всех форм обучения специальностей 050719 – Радиотехника, электроника и телекоммуникация, 050704 – Вычислительная техника и программное обеспечение). Алматы: АИЭС, 2008. – 10с.
- 15 Баклашов Н.И., Китаева Н.Ж., Терехов Б.Д. Охрана труда на предприятиях связи и окружающей среды. – М: Радио и связь, 1989.-288с.
- 16 Дюсебаев М.К. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела в дипломных проектах (для студентов всех форм обучения специальностей направления 210000 - Электроэнергетика). Алматы: АИЭС, 2003. – 28с.
- 17 СНиП РК 2.04-05-2002. Естественное и искусственное освещение. Общие требования – Астана, 2002. Комитет по делам строительства Министерства и индустрии и торговли РК.

18 К. Б. Базылов, С. А. Алибаева, А. А. Бабич / Методические указания по выполнению экономического раздела выпускной работы бакалавров для студентов всех форм обучения специальности 0507019 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации - Алматы: АИЭС, 2008.

19 Аманжолова К. Б, Алибаева С. А. / Экономика предприятий телекоммуникаций: Учебное пособие. – Алматы: АИЭС, 2003.

20 Е. А. Голубицкая, Г. М. Жигульская / Экономика связи. - Москва: Радио и связь, 2000.

21 Развитие мультисервисной сети ATM/Frame Relay "Укртелеком"; [http://www. ENRAN Telecom.ru/](http://www.ENRAN Telecom.ru/).(дата обращения: 11.05.2016).

22 Cisco. Asynchronous Transfer Mode (ATM) URL:<http://www.cisco.com>.(дата обращения: 14.05.2016).

23 Основные понятия о технологии ATM; URL: <http://www.chipinfo.ru/>.(дата обращения: 17.05.2016).

24 Имитационное моделирование: возможности GPSS WORLD URL: <http://www.gpss.ru>. (дата обращения: 20.04.2016).



## Приложение А

### Листинг программы

```
;*****Constants
*****;

fileOptions          EQU      "tmp.$$$"
fileOutput           EQU      "data.$$$"

libraryPath          EQU      "dll\GPSSLibrary.dll"
libraryFunctionOptSelect EQU      "SelectOptions"
libraryFunctionOutput EQU      "OutputResults"
libraryFunctionErrReport EQU      "ErrReport"
libraryFunctionSetProgress EQU      "ReceivePercent"

optionsCount         EQU      17
ValuesArray          MATRIX    ,17,2
INITIAL              ValuesArray,UNSPECIFIED

INITIAL              MX$ValuesArray(1,1),"voice_ROstart"
INITIAL              MX$ValuesArray(2,1),"voice_ROend"
INITIAL              MX$ValuesArray(3,1),"voice_Xaver"
INITIAL              MX$ValuesArray(4,1),"voice_NumServer"
INITIAL              MX$ValuesArray(5,1),"voice_NumPoint"
INITIAL              MX$ValuesArray(6,1),"video_ROstart"
INITIAL              MX$ValuesArray(7,1),"video_ROend"
INITIAL              MX$ValuesArray(8,1),"video_Xaver"
INITIAL              MX$ValuesArray(9,1),"video_NumServer"
INITIAL              MX$ValuesArray(10,1),"video_NumPoint"
INITIAL              MX$ValuesArray(11,1),"data_ROstart"
INITIAL              MX$ValuesArray(12,1),"data_ROend"
INITIAL              MX$ValuesArray(13,1),"data_Xaver"
INITIAL              MX$ValuesArray(14,1),"data_NumServer"
INITIAL              MX$ValuesArray(15,1),"data_NumPoint"
INITIAL              MX$ValuesArray(16,1),"outputType"
INITIAL              MX$ValuesArray(17,1),"trans_Num"

;*****Experiment
*****;
PROCEDURE Experiment
EXPERIMENT ExecProc()
BEGIN
    TEMPORARY tmpRes, tmpReadRes;

    /* Open a window to set the calculation options */
    tmpRes = Call(libraryPath, libraryFunctionOptSelect);

    IF (tmpRes = 1) THEN
    BEGIN
        /* Read the options values from the temp file */
        tmpReadRes = Open(1, fileOptions);

        IF (tmpReadRes = 0) THEN
        BEGIN
            TEMPORARY bEnd, bInitialized, tmpOptionString,
iCounter, tmpIndex;

            bEnd = 0;
            bInitialized = 0;
            iCounter = 1;
```

## *Продолжение приложения А*

```

/* Read data from the file */
optionsCount)) DO
    WHILE ((bEnd = 0) 'AND' (iCounter <=
        BEGIN
            tmpOptionString = Read(1);
            IF (Length(tmpOptionString) = 0) THEN
                bEnd = 1;
            ELSE
                BEGIN
                    /* Parse the read string */
                    TEMPORARY startPos;
                    startPos
                    Find("=", tmpOptionString);
                    if (startPos /= 0) THEN
                        BEGIN
                            IF (bInitialized = 0)
                                THEN
                                    bInitialized = 1;
                                    tmpIndex
                                    GetIndexByName (Left (tmpOptionString, startPos-1));
                                    IF (tmpIndex /= -1) THEN
                                        ValuesArray[tmpIndex, 2]
                                        Right (tmpOptionString, Length(tmpOptionString)-startPos);
                                        END;
                                        iCounter = iCounter + 1;
                                    END;
                                    Close(1);
                                    IF (bInitialized = 1) THEN
                                        BEGIN
                                            /* Get points number which equals to
                                            the number of simulations runs */
                                            TEMPORARY tmpGraphName, tmpPointCount;
                                            tmpGraphName
                                            Catenate (String (GetValueByName ("outputType")), "_NumPoint");
                                            tmpPointCount
                                            INT (GetValueByName (tmpGraphName));
                                            iCounter = 1;
                                            WHILE (iCounter <= tmpPointCount) DO
                                                BEGIN
                                                    /* Process modelling */
                                                    RunProc(iCounter,
                                                    tmpPointCount, String (GetValueByName ("outputType")));
                                                    /* Update progress bar */
                                                    Call_Integer(libraryPath,
                                                    libraryFunctionSetProgress, INT(100 # iCounter/tmpPointCount));
                                                    iCounter = iCounter + 1;
                                                END;
                                            /* Save the service type in output file */
                                            tmpWriteRes = Open(1, fileOutput);
                                            IF (tmpWriteRes = 0) THEN
                                                BEGIN

```

## *Продолжение приложения А*

```
Write(1,Catenate("outputType=",String(GetValueByName("outputType"))))
);

Close(1);

END;

/* Open a window to visualize the results */
Call(libraryPath,
libraryFunctionOutput);

END;
ELSE
BEGIN
    /* Signalize a error */
    Call_String(libraryPath,
libraryFunctionErrReport, "Failed reading settings file");
END;

END;
ELSE
BEGIN
    TEMPORARY errMsgage;

    /* Define error message */
    IF (tmpReadRes = 10) THEN
        errMsgage = "Filename too long. File
was not opened.";
    IF (tmpReadRes = 11) THEN
        errMsgage = "Error while reading a
file. File was not opened.";
    IF (tmpReadRes = 12) THEN
        errMsgage = "Memory request was
denied while trying to read an existing file. File was not opened.";

    /* Signalize a error */
    Call_String(libraryPath,
libraryFunctionErrReport, errMsgage);
END;

END;
ELSE
BEGIN
    IF (tmpRes = -1) THEN
        DoCommand("SHOW ""Error occured during dinamic
library work.""");
    END;
END;

;*****Experiment Run Procedure
*****;
PROCEDURE RunProc(RunNumber, PointCount, graphRequestType)
BEGIN
    DoCommand("CLEAR OFF");
    TEMPORARY tmpString;
    DoCommand(Catenate("RMULT ", 7 # RunNumber));

    /* Define simulation params */
    TEMPORARY tmpDataServ, tmpVoiceServ, tmpVideoServ, totalServNum;
    tmpDataServ = GetValueByName("data_NumServer");
    tmpVoiceServ = GetValueByName("voice_NumServer");
    tmpVideoServ = GetValueByName("video_NumServer");
    totalServNum = tmpDataServ + tmpVoiceServ + tmpVideoServ;
```

## *Продолжение приложения А*

```

/* Servers number */
DoCommand(Catenate("Num_of_DS EQU ", tmpDataServ));
DoCommand(Catenate("Num_of_VoS EQU ", tmpVoiceServ));
DoCommand(Catenate("Num_of_ViS EQU ", tmpVideoServ));

/* Total number of servers */
DoCommand("Total_num_of_serv EQU Num_of_DS+Num_of_VoS+Num_of_ViS");
DoCommand(Catenate("Serv_Indication_Row MATRIX ,1,", totalServNum));

/* Average busy time */
DoCommand(Catenate("data_x", VARIABLE, " ",
GetValueByName("data_Xaver")));
DoCommand(Catenate("voice_x", VARIABLE, " ",
GetValueByName("voice_Xaver")));
DoCommand(Catenate("video_x", VARIABLE, " ",
GetValueByName("video_Xaver")));

/* Average request spacing */
DoCommand(Catenate("data_t", VARIABLE, " ",
Left(GetRequestSpacing("data", graphRequestType, PointCount, RunNumber-
1),9)));
DoCommand(Catenate("voice_t", VARIABLE, " ",
Left(GetRequestSpacing("voice", graphRequestType, PointCount, RunNumber-
1),9)));
DoCommand(Catenate("video_t", VARIABLE, " ",
Left(GetRequestSpacing("video", graphRequestType, PointCount, RunNumber-
1),9)));

TEMPORARY transNum;
transNum = GetValueByName("trans_Num");
DoCommand(Catenate("MaxTranzToWrite EQU ", transNum-1));
DoCommand(PolyCatenate("START ", transNum, " NP"));

END;

;*****Common functions
*****;
PROCEDURE GetIndexByName (paramName)
BEGIN
    TEMPORARY iCounter, bFound;
    bFound = 0;
    iCounter = 1;

    WHILE ((bFound = 0) 'AND' (iCounter <= optionsCount)) DO
    BEGIN
        IF (StringCompare(String(ValuesArray[iCounter,1]),
paramName) = 0) THEN
            bFound = 1;
            iCounter = iCounter + 1;
    END;

    IF (bFound = 1) THEN
        RETURN iCounter - 1;
    ELSE
        RETURN -1;
    END;

PROCEDURE GetValueByName (paramName)
BEGIN
    TEMPORARY iCounter, bFound;

```

## *Продолжение приложения А*

```

bFound = 0;
iCounter = 1;

WHILE ((bFound = 0) 'AND' (iCounter <= optionsCount)) DO
BEGIN
    IF (StringCompare(String(ValuesArray[iCounter,1]),
paramName) = 0) THEN
        bFound = 1;
        iCounter = iCounter + 1;
    END;

    IF (bFound = 1) THEN
        RETURN ValuesArray[iCounter - 1, 2];
    ELSE
        RETURN "";
END;

PROCEDURE GetRequestSpacing(requestType, graphRequestType, maxPoints, koef)
BEGIN
    TEMPORARY delta_Ro, ROstart, ROend, Xaver, tmpROstart;

    ROstart = Catenate(String(requestType), "_ROstart");
    tmpROstart = INT(GetValueByName(ROstart))/100;
    Xaver = Catenate(String(requestType), "_Xaver");

    IF (StringCompare(requestType, graphRequestType) = 0) THEN
    BEGIN
        ROend = Catenate(String(requestType), "_ROend");
        IF (maxPoints > 1) THEN
            delta_Ro = (INT(GetValueByName(ROend))/100 -
tmpROstart) / (maxPoints - 1);
        ELSE
            delta_Ro = INT(GetValueByName(ROend))/100 -
tmpROstart;
        END;
        ELSE
            delta_Ro = 0;

        IF (tmpROstart = 0) THEN
            tmpROstart = .0000001;
        RETURN INT(GetValueByName(Xaver)) / (tmpROstart + koef # delta_Ro);
    END;

;*****Model
*****;

;-----CONSTANTS  DEFINITION-----
-;
                                MaxTranzToWrite    EQU            999999            ;Whole
started transactions minus one
                                Num_of_DS           EQU            1              ;Data
servers number
                                Num_of_VoS           EQU            2              ;Voice
servers number
                                Num_of_ViS           EQU            2              ;Video
servers number
                                Total_num_of_serv    EQU
                                Num_of_DS+Num_of_VoS+Num_of_ViS;
                                Serv_Indication_Row  MATRIX        ,1,5            ;servers

```

## *Продолжение приложения А*

state matrix

Nothing	EQU	0
Voice	EQU	1
Video	EQU	2
Data	EQU	3
data_t	VARIABLE	200
voice_t	VARIABLE	440.9998016
video_t	VARIABLE	454
data_x	VARIABLE	100
voice_x	VARIABLE	98
video_x	VARIABLE	227

-----REQUESTS GENERATION-----  
-;

```

                                GENERATE      (EXPONENTIAL(1,0,V$data_t))
                                ASSIGN          residual_time,0
                                ;initialization of a parameter for saving the time of afterservice
                                ASSIGN          1,3
                                TRANSFER        ,data_que
preempted_voice TRANSFER        ,data_que
preempted_video TRANSFER        ,data_que
data_que        QUEUE          P1
                                TEST G
                                Total_num_of_serv,((N$to_serv3+N$to_serv2+N$to_serv1)-
(N$rel_serv11+N$rel_serv21+N$rel_serv12+N$rel_serv3+N$rel_serv22+N$preempted_v
oice+N$preempted_video))

```

-----DATA-REQUEST PROCESSING-----  
-;

-----Free servers for data availability check-----  
-;

```

data_proc        TEST G          Num_of_DS,0,PTR4
                                ASSIGN        Data_Serv_Quantity,Num_of_DS
                                ASSIGN
                                Data_Serv_Num,(Num_of_VoS+Num_of_ViS+1)
PTR3             GATE U          ((Num_of_VoS+Num_of_ViS+Num_of_DS)-
P$Data_Serv_Quantity+1),to_serv3
                                TEST L
                                P$Data_Serv_Num,(Num_of_VoS+Num_of_ViS+Num_of_DS),PTR4
                                ASSIGN        Data_Serv_Num+,1
                                LOOP          Data_Serv_Quantity,PTR3

```

-----Free voice-servers for data availability check-----  
-;

```

PTR4             TEST G          Num_of_VoS,0,PTR6
                                ASSIGN        Voice_Serv_Quantity,Num_of_VoS
                                ASSIGN        Voice_Serv_Num,1
PTR5             GATE U          (Num_of_VoS-
P$Voice_Serv_Quantity+1),to_serv1
                                TEST L
                                P$Voice_Serv_Num,Num_of_VoS,PTR6
                                ASSIGN        Voice_Serv_Num+,1
                                LOOP          Voice_Serv_Quantity,PTR5

```

-----Free video-servers for data availability check-----  
-;

```

PTR6             TEST G          Num_of_ViS,0,data_que
                                ASSIGN        Video_Serv_Quantity,Num_of_ViS

```

```

                ASSIGN                Video_Serv_Num, (Num_of_VoS+1)
PTR7            GATE U                ((Num_of_VoS+Num_of_ViS)-
P$Video_Serv_Quantity+1),to_serv2
                TEST L
                P$Video_Serv_Num, (Num_of_VoS+Num_of_ViS),data_que
                ASSIGN                Video_Serv_Num+,1
                LOOP                  Video_Serv_Quantity,PTR7

;-----Processing-----
-;
to_serv3        SEIZE                  P$Data_Serv_Num
                MSAVEVALUE
                Serv_Indication_Row,1,P$Data_Serv_Num,Data
                TEST E                  P$residual_time,0,add_op
                DEPART                  P1
                ADVANCE                  (EXPONENTIAL(1,0,V$data_x))
                TRANSFER                  ,rel_serv3
add_op          DEPART                  P1
                ADVANCE                  P$residual_time
rel_serv3       RELEASE                  P$Data_Serv_Num
                MSAVEVALUE
                Serv_Indication_Row,1,P$Data_Serv_Num,Nothing
                TRANSFER                  ,go_to_end

;-----VOICE-REQUEST PROCESSING-----
-;
                GENERATE                  (EXPONENTIAL(1,0,V$voice_t)),,,1

total          ASSIGN                  1,1                                ;request
type id

;-----Free servers for voice availability check-----
-;
                TEST G                  Num_of_VoS,0,voice_end
                ASSIGN                  Voice_Serv_Quantity,Num_of_VoS
                ASSIGN                  Voice_Serv_Num,1
PTR1            GATE U                  (Num_of_VoS-
P$Voice_Serv_Quantity+1),to_serv1
                TEST L                  P$Voice_Serv_Num,Num_of_VoS,check1
                ASSIGN                  Voice_Serv_Num+,1
                LOOP                  Voice_Serv_Quantity,PTR1

;----Availability check for free voice-servers which process data-resuests----
-;
check1          ASSIGN                  Voice_Serv_Quantity,Num_of_VoS
                ASSIGN                  Voice_Serv_Num,1
PTR9            TEST E
                MX$Serv_Indication_Row(1,P$Voice_Serv_Num),Voice,to_serv1
                TEST L                  P$Voice_Serv_Num,Num_of_VoS,voice_end
                ASSIGN                  Voice_Serv_Num+,1
                LOOP                  Voice_Serv_Quantity,PTR9

;-----Processing-----
-;
to_serv1        PREEMPT
                P$Voice_Serv_Num,PR,preempted_voice,residual_time,RE
                TEST E                  P1,1,for_data;        check    if    the
request is Voice or Data
                MSAVEVALUE
                Serv_Indication_Row,1,P$Voice_Serv_Num,Voice

```

## *Продолжение приложения А*

```

rel_serv11      ADVANCE      (EXPONENTIAL(1,0,V$voice_x))
MSAVEVALUE      RELEASE      P$Voice_Serv_Num
Serv_Indication_Row,1,P$Voice_Serv_Num,Nothing

TRANSFER      ,go_to_end

for_data        MSAVEVALUE
Serv_Indication_Row,1,P$Voice_Serv_Num,Data
TEST E          P$residual_time,0,add_op2
DEPART          P1
ADVANCE         (EXPONENTIAL(1,0,V$data_x))
TRANSFER        ,rel_serv12
add_op2         DEPART        P1
ADVANCE         P$residual_time
rel_serv12      RELEASE      P$Voice_Serv_Num
MSAVEVALUE
Serv_Indication_Row,1,P$Voice_Serv_Num,Nothing
TRANSFER        ,go_to_end

;-----VIDEO-REQUEST PROCESSING-----
-;
GENERATE        (EXPONENTIAL(1,0,V$video_t)) , , , , 1
ASSIGN          1,2
QUEUE          P1
vid_que         TEST NE      Num_of_ViS, (N$to_serv2-N$rel_serv21-
N$rel_serv22-N$preempted_video)

;-----Free servers for video availability check-----
-;
TEST G          Num_of_ViS,0,go_to_end
ASSIGN          Video_Serv_Quantity,Num_of_ViS
ASSIGN          Video_Serv_Num, (Num_of_VoS+1)
PTR2            GATE U       ((Num_of_VoS+Num_of_ViS)-
P$Video_Serv_Quantity+1),to_serv2
TEST L          P$Video_Serv_Num, (Num_of_VoS+Num_of_ViS),check2
ASSIGN          Video_Serv_Num+,1
LOOP            Video_Serv_Quantity,PTR2

;----Availability check for free video-servers which process data-resuests----
-;
check2          ASSIGN      Video_Serv_Quantity,Num_of_ViS
ASSIGN          Video_Serv_Num, (Num_of_VoS+1)
PTR8            TEST E      MX$Serv_Indication_Row(1,P$Video_Serv_Num),Video,to_serv2
TEST L          P$Video_Serv_Num, (Num_of_VoS+Num_of_ViS),vid_que
ASSIGN          Video_Serv_Num+,1
LOOP            Video_Serv_Quantity,PTR8

;-----Processing-----
-;
to_serv2        PREEMPT
P$Video_Serv_Num,PR,preempted_video,residual_time,RE
TEST E          P1,2,for_data2;      check      if      the
request is Video or Data
MSAVEVALUE
Serv_Indication_Row,1,P$Video_Serv_Num,Video

```



## *Продолжение приложения А*

```

rel_serv21      DEPART      P1
                ADVANCE      (EXPONENTIAL(1,0,V$video_x))
                RELEASE      P$Video_Serv_Num
                MSAVEVALUE
                Serv_Indication_Row,1,P$Video_Serv_Num,Nothing

                TRANSFER      ,go_to_end

for_data2      MSAVEVALUE
                Serv_Indication_Row,1,P$Video_Serv_Num,Data
                DEPART      P1
                TEST E      P$residual_time,0,add_op3
                ADVANCE      (EXPONENTIAL(1,0,V$data_x))
                TRANSFER      ,rel_serv22
add_op3      ADVANCE      P$residual_time
rel_serv22      RELEASE      P$Video_Serv_Num
                MSAVEVALUE
                Serv_Indication_Row,1,P$Video_Serv_Num,Nothing
                TRANSFER      ,go_to_end

;-----Saving of afterservice time to text-tile-----
-;
voice_end      TRANSFER      ,go_to_end
go_to_end      TEST E      N$to_end,MaxTranzToWrite,to_end
                OPEN        ("data.$$$"),1,Done

                WRITE        "data",1
                WRITE        (V$data_x/V$data_t),1
                WRITE        (QT3+V$data_x),1

                WRITE        "voice",1
                TEST NE      N$total,0,null_voice
                WRITE        (V$voice_x/V$voice_t),1
                WRITE        (N$voice_end/N$total),1
                TRANSFER      ,write_video
null_voice      WRITE        "no voice transactions",1

write_video      WRITE        "video",1
                WRITE        (V$video_x/V$video_t),1
                WRITE        (QT2+V$video_x),1

Done      CLOSE      Error_Parm,1
                SAVEVALUE    File_Error,P$Error_Parm
to_end      TERMINATE    1

```

## Приложение Б

### Результат моделирования

GPSS World Simulation Report - GPSSProject.324.1

Tuesday, April 26, 2016 19:37:26

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	111.192	124	3	0

NAME	VALUE
ADD_OP	36.000
ADD_OP2	68.000
ADD_OP3	103.000
BEND	UNSPECIFIED
BFOUND	UNSPECIFIED
BINITIALIZED	UNSPECIFIED
CHECK1	50.000
CHECK2	84.000
DATA	3.000
DATA_PROC	9.000
DATA_QUE	7.000
DATA_SERV_NUM	10032.000
DATA_SERV_QUANTITY	10031.000
DATA_T	10024.000
DATA_X	10027.000
DELTA_RO	UNSPECIFIED
DONE	122.000
ERRMESSAGE	UNSPECIFIED
ERROR_PARM	UNSPECIFIED
EXECPROC	10000.000
FILEOPTIONS	"tmp.\$\$\$"
FILEOUTPUT	"data.\$\$\$"
FILE_ERROR	UNSPECIFIED
FOR_DATA	63.000
FOR_DATA2	98.000
GETINDEXBYNAME	10002.000
GETREQUESTSPACING	10004.000
GETVALUEBYNAME	10003.000
GO_TO_END	108.000
GRAPHREQUESTTYPE	UNSPECIFIED
ICOUNTER	UNSPECIFIED
KOEF	UNSPECIFIED
LIBRARYFUNCTIONERRREPORT	"ErrReport"
LIBRARYFUNCTIONOPTSELECT	"SelectOptions"
LIBRARYFUNCTIONOUTPUT	"OutputResults"
LIBRARYFUNCTIONSETPROGRESS	"ReceivePercent"
LIBRARYPATH	"dll\GPSSLibrary.dll"
MAXPOINTS	UNSPECIFIED
MAXTRANZTOWRITE	999999.000
NOTHING	0
NULL_VOICE	118.000
NUM_OF_DS	1.000
NUM_OF_VIS	2.000
NUM_OF_VOS	2.000
OPTIONSCOUNT	17.000

## *Продолжение приложения Б*

PARAMNAME	UNSPECIFIED
POINTCOUNT	UNSPECIFIED
PREEMPTED_VIDEO	6.000
PREEMPTED_VOICE	5.000
PTR1	46.000
PTR2	80.000
PTR3	12.000
PTR4	16.000
PTR5	19.000
PTR6	23.000
PTR7	26.000
PTR8	86.000
PTR9	52.000
REL_SERV11	60.000
REL_SERV12	70.000
REL_SERV21	95.000
REL_SERV22	104.000
REL_SERV3	38.000
REQUESTTYPE	UNSPECIFIED
RESIDUAL_TIME	10030.000
ROEND	UNSPECIFIED
ROSTART	UNSPECIFIED
RUNNUMBER	UNSPECIFIED
RUNPROC	10001.000
SERV_INDICATION_ROW	10019.000
STARTPOS	UNSPECIFIED
TMPDATASERV	UNSPECIFIED
TMPGRAPHNAME	UNSPECIFIED
TMPINDEX	UNSPECIFIED
TMPOPTIONSTRING	UNSPECIFIED
TMPPOINTCOUNT	UNSPECIFIED
TMPREADRES	UNSPECIFIED
TMPRES	UNSPECIFIED
TMPROSTART	UNSPECIFIED
TMPSTRING	UNSPECIFIED
TMPVIDEOSERV	UNSPECIFIED
TMPVOICESERV	UNSPECIFIED
TMPWRITERES	UNSPECIFIED
TOTAL	42.000
TOTALSERVNUM	UNSPECIFIED
TOTAL_NUM_OF_SERV	5.000
TO_END	124.000
TO_SERV1	56.000
TO_SERV2	90.000
TO_SERV3	30.000
TRANSNUM	UNSPECIFIED
VALUESARRAY	10013.000
VIDEO	2.000
VIDEO_SERV_NUM	10034.000
VIDEO_SERV_QUANTITY	10033.000
VIDEO_T	10026.000
VIDEO_X	10029.000
VID_QUE	76.000
VOICE	1.000
VOICE_END	107.000
VOICE_SERV_NUM	10036.000
VOICE_SERV_QUANTITY	10035.000
VOICE_T	10025.000

# Продолжение приложения Б

	VOICE_X			10028.000				
	WRITE_VIDEO			119.000				
	XAVER			UNSPECIFIED				
LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY	COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY	
	1	GENERATE		1		0	0	
	2	ASSIGN		1		0	0	
	3	ASSIGN		1		0	0	
	4	TRANSFER		1		0	0	
PREEMPTED_VOICE	5	TRANSFER		0		0	0	
PREEMPTED_VIDEO	6	TRANSFER		0		0	0	
DATA_QUE	7	QUEUE		1		0	0	
	8	TEST		1		0	0	
DATA_PROC	9	TEST		1		0	0	
	10	ASSIGN		1		0	0	
	11	ASSIGN		1		0	0	
PTR3	12	GATE		1		0	0	
	13	TEST		0		0	0	
	14	ASSIGN		0		0	0	
	15	LOOP		0		0	0	
PTR4	16	TEST		0		0	0	
	17	ASSIGN		0		0	0	
	18	ASSIGN		0		0	0	
PTR5	19	GATE		0		0	0	
	20	TEST		0		0	0	
	21	ASSIGN		0		0	0	
	22	LOOP		0		0	0	
PTR6	23	TEST		0		0	0	
	24	ASSIGN		0		0	0	
	25	ASSIGN		0		0	0	
PTR7	26	GATE		0		0	0	
	27	TEST		0		0	0	
	28	ASSIGN		0		0	0	
	29	LOOP		0		0	0	
TO_SERV3	30	SEIZE		1		0	0	
	31	MSAVEVALUE		1		0	0	
	32	TEST		1		0	0	
	33	DEPART		1		0	0	
	34	ADVANCE		1		0	0	
	35	TRANSFER		1		0	0	
ADD_OP	36	DEPART		0		0	0	
	37	ADVANCE		0		0	0	
REL_SERV3	38	RELEASE		1		0	0	
	39	MSAVEVALUE		1		0	0	
	40	TRANSFER		1		0	0	
	41	GENERATE		1		0	0	
TOTAL	42	ASSIGN		1		0	0	
	43	TEST		1		0	0	
	44	ASSIGN		1		0	0	
	45	ASSIGN		1		0	0	
PTR1	46	GATE		1		0	0	
	47	TEST		0		0	0	
	48	ASSIGN		0		0	0	
	49	LOOP		0		0	0	
CHECK1	50	ASSIGN		0		0	0	
	51	ASSIGN		0		0	0	
PTR9	52	TEST		0		0	0	
	53	TEST		0		0	0	
	54	ASSIGN		0		0	0	
	55	LOOP		0		0	0	
TO_SERV1	56	PREEMPT		1		0	0	

*Продолжение приложения Б*

	57	TEST	1	0	0
	58	MSAVEVALUE	1	0	0
	59	ADVANCE	1	1	0
REL_SERV11	60	RELEASE	0	0	0
	61	MSAVEVALUE	0	0	0
	62	TRANSFER	0	0	0
FOR_DATA	63	MSAVEVALUE	0	0	0
	64	TEST	0	0	0
	65	DEPART	0	0	0
	66	ADVANCE	0	0	0
	67	TRANSFER	0	0	0
ADD_OP2	68	DEPART	0	0	0
	69	ADVANCE	0	0	0
REL_SERV12	70	RELEASE	0	0	0
	71	MSAVEVALUE	0	0	0
	72	TRANSFER	0	0	0
	73	GENERATE	1	0	0
	74	ASSIGN	1	0	0
	75	QUEUE	1	0	0
VID_QUE	76	TEST	1	0	0
	77	TEST	1	0	0
	78	ASSIGN	1	0	0
	79	ASSIGN	1	0	0
PTR2	80	GATE	1	0	0
	81	TEST	0	0	0
	82	ASSIGN	0	0	0
	83	LOOP	0	0	0
CHECK2	84	ASSIGN	0	0	0
	85	ASSIGN	0	0	0
PTR8	86	TEST	0	0	0
	87	TEST	0	0	0
	88	ASSIGN	0	0	0
	89	LOOP	0	0	0
TO_SERV2	90	PREEMPT	1	0	0
	91	TEST	1	0	0
	92	MSAVEVALUE	1	0	0
	93	DEPART	1	0	0
	94	ADVANCE	1	1	0
REL_SERV21	95	RELEASE	0	0	0
	96	MSAVEVALUE	0	0	0
	97	TRANSFER	0	0	0
FOR_DATA2	98	MSAVEVALUE	0	0	0
	99	DEPART	0	0	0
	100	TEST	0	0	0
	101	ADVANCE	0	0	0
	102	TRANSFER	0	0	0
ADD_OP3	103	ADVANCE	0	0	0
REL_SERV22	104	RELEASE	0	0	0
	105	MSAVEVALUE	0	0	0
	106	TRANSFER	0	0	0
VOICE_END	107	TRANSFER	0	0	0
GO_TO_END	108	TEST	1	0	0
	109	OPEN	0	0	0
	110	WRITE	0	0	0
	111	WRITE	0	0	0
	112	WRITE	0	0	0
	113	WRITE	0	0	0
	114	TEST	0	0	0
	115	WRITE	0	0	0
	116	WRITE	0	0	0

# *Продолжение приложения Б*

	117	TRANSFER	0	0	0
NULL_VOICE	118	WRITE	0	0	0
WRITE_VIDEO	119	WRITE	0	0	0
	120	WRITE	0	0	0
	121	WRITE	0	0	0
DONE	122	CLOSE	0	0	0
	123	SAVEVALUE	0	0	0
TO_END	124	TERMINATE	1	0	0

FACILITY DELAY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY
1	1	0.003	0.328	1	2	0	0	0
0								
3	1	0.483	53.666	1	3	0	0	0
0								
5	1	0.691	76.883	1	0	0	0	0
0								

QUEUE RETRY	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY (0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE. (-0)
2	1	0	1	1	0.000	0.000	0.000 0
3	1	0	1	1	0.000	0.000	0.000 0

FEC	XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
6	1		134.139	6	0	41		
2	1		215.371	2	59	60	1	1.000
							VOICE_SERV_NUM	1.000
							VOICE_SERV_QUANTITY	
2.000								
4	0		303.344	4	0	1		
3	1		920.001	3	94	95	1	2.000
							VIDEO_SERV_NUM	3.000
							VIDEO_SERV_QUANTITY	
2.000								
5								