

Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Кафедра «Телекоммуникационные системы»

Специальность 6М071900 «Радиотехника, электроника и телекоммуникации»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Зав. кафедрой ТКС
Профессор Байкенов А.С.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

(подпись)

« » _____ 2015 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

пояснительная записка

на тему: Анализ мониторинга трафика в IP сети с ПО Wireshark

Выполнил Каштасп А.
(Ф.И.О.)

Жамп группа ИТСП-13-1
(подпись)

Руководитель к.т.н., доцент., Зав каф АЭС
(ученая степень, звание)

ЧК
(подпись)

Чечимбаева К.С.
(Ф.И.О.)

Технический консультант
(ученая степень, звание)

Ш
(подпись)

Шадаев Бауыржан
(Ф.И.О.)

Рецензент к.т.н., доцент., КазНТУ
(ученая степень, звание)

О
(подпись)

Орынбет М.М.
(Ф.И.О.)

Вычислительная техника к.т.н., ст. преподаватель
(ученая степень, звание)

Е
(подпись)

Ефремова Ю.И.
(Ф.И.О.)

Нормоконтроль ст. преподаватель
(ученая степень, звание)

Е
(подпись)

Елизарова Е.Ю.
(Ф.И.О.)

Алматы, 2015

Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Факультет Радиотехники и связи

Специальность 6М071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации

Кафедра Телекоммуникационных систем

ЗАДАНИЕ

на выполнение магистерской диссертации

Магистранту Каштасп Абдинуру

Тема диссертации «Анализ мониторинга трафика в IP сети с ПО Wireshark»

утверждена Ученым советом университета, Приказ № 139 от 31 «10» 2013 г.

Срок сдачи законченной диссертации « » _____ 2015 г.

Цель исследования: анализ и обработка процедуры регистрации разных телефонов, прослушивать обнаруженные голосовые вызовы и оценивать качество обслуживания.

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов или краткое содержание магистерской диссертации:

- 1 Оценка методов обеспечения качества обслуживания в IP сетях;
- 2 Анализ структуры трафика в IP сетях передачи данных;
- 3 Анализ различных факторов, влияющих на качество передачи трафика в мультисервисных сетях;
- 3 Разработка схемы измерения трафика IP телефония;
- 4 Методы оценки качества передачи речи в IP сети
- 5 Расчет показателей качества обслуживания в сетях передачи данных
- 6 Расчет основных количественных показателей качества обслуживания.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

- 1 Рисунок 1.2 - Архитектура H.323;
- 2 Рисунок 1.5 - Сценарий соединения по протоколу SIP;
- 3 Рисунок 2.1 - Схема измерения трафика в IP-сети;
- 4 Рисунок 2.8 - Проигрыватель голосового трафика;
- 5 Рисунок 3.1 - Схема измерения объективного качества речи по методу PSQM;
- 6 Рисунок 3.2 - Фрагмент сети без установления соединения;
- 7 Рисунок 3.3 - Зависимость параметра T_D от m_s ;

Рекомендуемая основная литература:

1. Телекоммуникационные системы и сети : учеб. пособие. В 3 т. / под ред. В. П. Шувалова. – Т. 3: Мультисервисные сети / В. В. Величко [и др.]. – М. : Горячая линия Телеком, 2005.

ред. В. П. Шувалова. – Т. 3: Мультисервисные сети / В. В. Величко [и др.]. – М.: Горячая линия Телеком, 2005.

2. IP-телефония / В. С. Гольдштейн [и др.]. – М.: Радио и связь, 2001.

3. Симонина О.А. Использование метода прогнозирования временных рядов для обеспечения QoS IP-телефонии на стороне получателя // 5-я МНТК «ПТС11И'2003 мат-лы. Владимир-Суздаль, 2003.С. 110-112.

ГРАФИК
подготовки магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки предоставления научному руководителю	Примечание
1 Оценка методов обеспечения качества обслуживания в IP сетях;	30.09.13	Выполнено
2 Анализ структуры трафика в IP сетях передачи данных;	18.10.13	Выполнено
3 Анализ различных факторов, влияющих на качество передачи трафика в VoIP сетях;	10.09.14	Выполнено
4 Расчет показателей качества обслуживания в сетях передачи данных;	15.10.14	Выполнено
5 Расчет основных количественных показателей качества обслуживания.	19.11.14	Выполнено

Дата выдачи задания _____

Заведующий кафедрой _____ Байкенов Алимжан Сергеевич
(Ф.И.О.)

Руководитель диссертации _____ Чижимбаева Катина Сламбаевна
(Ф.И.О.)

Задание принял к исполнению
магистрант _____ Жаитасп Абдинур
(Ф.И.О.)

Аннотация

Был проведен обзор характеристики протоколов в IP - телефонии при передаче речевого трафика и сделан анализ существующих методов оценки обеспечения качества обслуживания в IP сетях. Разработана схема мониторинга трафика в IP – телефонии и был практически применен анализ трафика с использованием ПО Wireshark. Был произведен расчет показателей качества обслуживания в сетях передачи данных.

Abstract

Was reviewed in the characteristics of the protocols of IP - telephony in the transmission of voice traffic and provide an analysis of existing methods for assessing quality of service in IP networks. The scheme of monitoring traffic in IP - telephony and was practically applied traffic analysis software using Wireshark. Was calculated indicators of quality of service in data networks.

Аңдатпа

Сөздік трафикті тарату кезінде IP телефониядағы хаттамалардың сипаттамаларына жалпы шолу жүргізілді және IP желілерде қызмет көрсету сапасын қамтамасыздандыруды бағалаудың бар әдістеріне талдау жасалды. IP телефониядағы трафикті бақылау сұлбасы өңделді және Wireshark бағдарламасын қолдану арқылы трафикті талдауды тәжірибелік қолдану жасалды. Деректерді тарату желілеріндегі қызмет көрсету сапасының көрсеткіштерін есептеу жүргізілді.

Введение

Соответствующей индивидуальностью современных мультисервисных сетей связи является разнородность трафика. Критика таковых характеристик свойства сервиса трафика(QoS), как заминка пакетов, прыть передачи, а еще пропускная дееспособность каналов связи являются одной из более актуальных задач на нынешний день. Эффективность работы компьютерных сетей оценивается на базе математических моделей систем массового сервиса. При этом обычно для описания употребляются модели $M/M/1(M/M/p)$, предполагающие пуассоновский нрав перегрузки. Но, инновационные системы, обрабатывающие не пуассоновский трафик, лучше описывается моделями $G/G/1(G/G/n)$. Следует увидеть, что при исследованиях самоподобного трафика телекоммуникационных сетей фактически не исследуются такие характеристики как продолжительности пакетов(заявок)и интервалы времени меж пакетами(заявками). Тогда как в теории массового сервиса для разбора используют конкретно данные свойства.

Функциональное формирование информационных технологий и продолжение размеров информационных услуг является актуальной неувязкой, которая базируются в значимой мерке на научно-технологических разработках в области телекоммуникационных сетей. Сообразно этим разных изучений, примерная динамика роста Вебтрафика за крайние 10 лет сочиняет 70-150% в год, т. е. в среднем любой год численность инфы, передаваемой чрез сеть, удваивается.

На нынешний день большой энтузиазм и значимость представляет задача изучения черт сетевого трафика с целью разбора состояния козни для решения одной из важных задач сетевого администрирования, которой является мониторинг маршрутизаторов и иного оснащения магистральных сетей с целью выявления аномального поведения системы, либо сбоев в работе козни. Данную задачку разрешено улаживать споддержкой сбора и разбора разной статистической инфы сообразно IP-трафику, проходящему чрез тот либодругой интерфейс сетевого устройства.

В предоставленной работе рассматривается напряженность роста трафика и воздействия разных причин на режим работы в IP козни. В качестве анализатора употребляется програмное снабжение Wireshark. Анализатор сетевых пакетов захватывает сетевые пакеты и показывает данные этого пакета с очень вероятнойдетализацией.

Целью предоставленной работы является построение адекватной модели поведения IP-сети дляусовершенствования свойство сервиса голосового трафика

на базе анализатора ПО Wireshark. Для заслуги цели установлены последующие задачи:

1 Ликбез свойства протоколов в IP - телефонии при передаче речевого трафика;

2 Анализ имеющихся способов оценки снабжения свойства сервиса в IP сетях;

3 Разработка схемы мониторинга трафика в IP – телефонии и практическое использование разбора трафика внедрением ПО Wireshark;

4 Расплата характеристик свойства сервиса в сетях передачи данных.

Научная навизна предоставленной работы разработка схемы мониторинга трафика в IP – телефонии и практическое использование разбора трафика с внедрением ПО Wireshark.

1 Телефония и видеотелефония в IP-сетях

1.1 Индивидуальности пакетной передачи мультимедийных данных

Инновационные транспортные козны, использующие протокол IP, нацелены на передачу не лишь данных,однако и мультимедийной инфы(речи, аудио, изображений, видео). Индивидуальности построения транспортных сетей на базе IP-протокола обуславливают разряд специфичных эффектов, негативносказывающихся на качестве пакетной передачи мультимедийных данных сообразно IP-сетям. Это до этого только значимые величины и вероятностный нрав задержек передачи пакетов, а еще утраты пакетов [1].

При передаче мультимедийных данных сообразно IP-сети появляются задержки, гораздо огромные, чем в сетях с коммутацией каналов, какие меняются случайным образом. Заминка(время запаздывания)определяется какпросвет времени, прожитый на передачу пакета от родника по получателя.

Задержки пакетной передачи зависят от перегрузки. Не считая такого, на расположение задержек пакетной передачи медиаданных немаловажное воздействие оказывают последующие причины:

- методы маршрутизации и коммутации пакетов;
- методы кодировки медиаданных;
- методы декодирования медиаданных;
- операционные системы терминалов.

1.1.1 Маршрутизация и коммутация пакетов медиаданных

Время прохождения пакета чрез IP-сеть при сравнительно высочайшей перегрузке нехорошо предсказуемо. Это соединено до этого только с пульсирующим нравом мультимедийного трафика. Пульсации трафика имеют все шансы появляться уже на выходе кодера, что соединено с чертами алгоритмов сжатия медиаданных и чертамиконтента. Вариация задержки пакета в козни(джиттер пакета)тем более, чем более маршрутизаторов и коммутаторов в маршруте, сообразно которому передается пакет.

1.1.2 Шифрование медиаданных

Методы кодировки медиаданных, применяемые в IP-сетях, нацелены на передачу инфы пакетами, а не последовательностями закодированных дискретов(пикселей изображений, речевых отсчетов и т. д.). Это подразумевает скопление дискретов в движение времени, соответственного сообразно последней меркепериоду следования пакетов. Внедрение пакетов маленькой

длины очень неэффективно в следствии значимого размера служебной инфы, передаваемой в RTP/UDP/IP-пакетах. Не считая такого, для сжатия медиаданных в кодерах исполняется скопление довольно огромного числа дискретов для действенного устранения разных видов избыточности (пространственной, временной, статистической). В итоге время скопления и подготовительного разбора вносит значимый вклад в общую продолжительность задержки пакета [4].

К примеру, в советы G. 114 ITU-T определены запросы к качеству передачи речи. Оно считается неплохим, ежели сквозная заминка при передаче сигнала в одну сторону не превосходит 150 мс. Обычное IP-соединение, организованное конкретно меж 2-мя шлюзами, вносит задержку возле 60 мс. Таким образом, остается ещё возле 90 мс на задержку передачи IP-пакета чрез сеть, что произносит о возможной способности снабдить доброкачественную передачу медиаданных сообразно IP-сети. И желая IP-технология хозяйка сообразно себе не владеет устройств поддержания свойства сервиса, сейчас есть разряд концептуальных решений построения транспортных сетей на базе технологий IP/FR, IP/ATM и IP/MPLS, гарантирующих свойство сервиса за счет резервирования ресурсов.

1.1.3 Декодирование медиаданных

Для удачного декодирования медиаданных в пакетно-ориентированных сетях нужно аннулировать джиттер пакетов. Кодер передает пакеты чрез фиксированные промежутки времени (к примеру, речевые пакеты передаются любые 20 мс), однако при прохождении чрез сеть задержки пакетов оказываются неодинаковыми (набросок 1. 1).

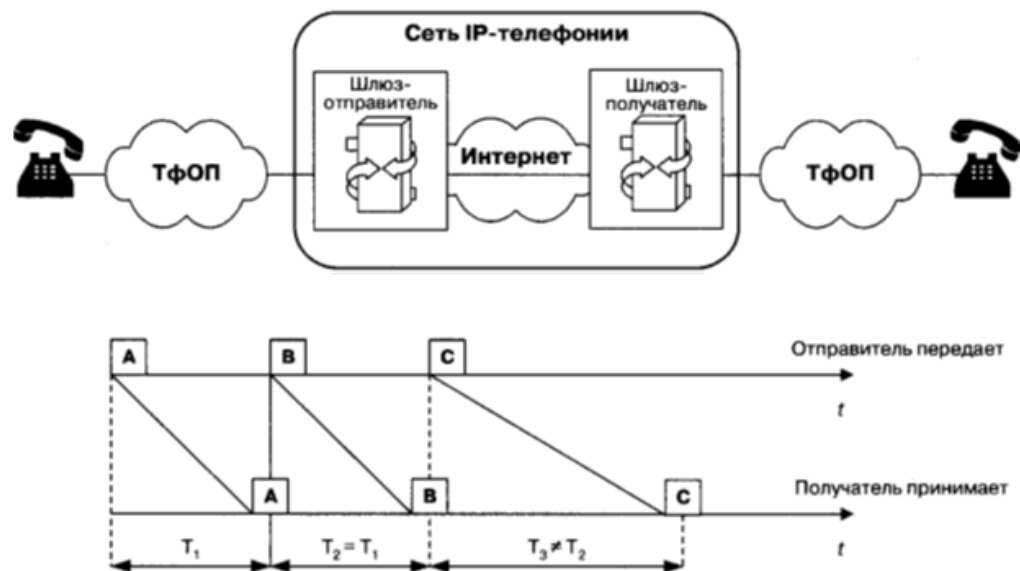


Рисунок 1.1 - Джиттер пакетов

Компенсация джиттера в декодере базирована на применении джиттер - буфера [1]. Джиттер-буфер сберегает в памяти принятые пакеты в движении времени, определяемого его емкостью(длиной). Пакеты, поступающие из козни очень поздно, отбрасываются. Интервалы меж пакетами восстанавливаются на базе значений мимолетных ловок RTP-пакетов. В функции джиттер - буфера вступает возобновление исходной очередности следования пакетов. Ограничение длины джиттер - буфера приводит к очень частым утратам задержавшихся в козни пакетов, а повышение длины джиттер - буфера – к неприемлемо большущий доборной задержке. Вероятна динамическая наладка длины джиттер буфера в процессе сервиса вызова. Для выбора лучшей длины джиттер - буфера употребляются эвристические методы.

1.1.4 Операционные системы терминалов

Большая часть прибавлений IP-телефонии(в особенности клиентских) являются програмками, исполняемыми в среде операционной системы. Эти програмки работают с платами отделки аудио и видеоданных чрез интерфейс прикладных программ с поддержкой драйверов данных устройств, а для доступа к IP-сети употребляют Ethernet интерфейс. Ежели операционная система терминала не позволяет надзирать расположение времени центрального процессора меж различными действиями с точностью, превышающей некоторое количество 10-овмиллисекунд, и не может производить за такое же время наиболее 1-го прерывания от наружных устройств, то заминка в продвижении данных меж сетевым интерфейсом и наружным гаджетом ввода вывода сочиняется самостоятельно от используемого метода кодировки величину такового же распорядка. Потому отбор операционной системы является принципиальным причиной, влияющим на общую величину задержки.

Одним из действенных методик минимизации воздействия операционной системы на задержку передачи пакетов, используемых производителями шлюзов и IP-телефонов, является использование операционных систем настоящего времени (VxWorks, pSOS, QNX, Neutrino и т. д.). Эти операционные системы используют наиболее трудные машины деления времени процессора, обеспечивающие существенно наиболее скорую реакцию на прерывания и замену потоками данных меж процессами [4,5].

Иной подъезд основан на переносе функций, критичных ко времени исполнения (замена данными меж кодеками и сетевым интерфейсом, помощь RTP и т. д.), в спец процессор периферийного устройства. Передача данных исполняется чрез назначенный сетный интерфейс периферийного устройства, а операционная система рабочей станции поддерживает лишь

методы управления соединениями и протоколы сигнализации, т. е. задачи, для исполнения которых твердых мимолетных рамок не требуется.

1.2 Шифрование речевой информации

Стягивание (действенное шифрование) речи для пакетной передачи является одной из обстоятельств пульсаций трафика в IP-сети. Есть 3 принципа кодировки речи: шифрование формы сигнала; шифрование исходной инфы (вокодерное шифрование); гибридное шифрование.

1.2.1 Шифрование формы сигнала

Простым образцом кодировки формы сигнала является импульсно-кодовая модуляция (ИКМ). Для преобразования речевого сигнала в цифровую форму обязаны существовать выполнены 3 главные операции: дискретизация (создание дискретных сообразно времени отсчетов амплитуды сигнала); квантование (сведение постоянных значений дискретов к наиболее близким значениям шкалы квантования) и шифрование (понятие квантованных дискретов сигнала двоичным кодом).

Эти операции выполняются в аналого-цифровом преобразователе (АЦП). Возобновление постоянного аналогового сигнала из цифрового изготовляет цифроаналоговый преобразователь (ЦАП). АЦП и ЦАП располагаются в абонентских комплексах АТС, компе либо IP-телефоне. В базе аналогоцифрового и цифроаналогового преобразований лежит аксиома Котельникова, сообразно которой аналоговый знак может существовать восстановлен с поддержкой фильтра нижних частот сообразно дискретам, взятым с частотой как минимум вдвое большей наибольшей частоты диапазона сигнала.

Для убавления присущей ИКМ избыточности и понижения требований к полосе канала последовательность закодированных дискретов, приобретенная на выходе АЦП, может существовать предана действительному кодированию (сжатию) для понижения скорости передачи за счет сокращения временной и статистической избыточности [7,8,10].

Удаление статистической избыточности основано на применении кодировки Хаффмана и арифметического кодировки.

Удаление временной избыточности основано на способности предвести смысла дискрета на базе значений прошлых дискретов. В методах кодировки предоставленная регулярность употребляется в 2-ух вариантах.

Во-1-х, имеется вероятность видоизменять характеристики квантования в зависимости от нрава сигнала. В этом случае шаг квантования может переменяться, что позволяет по некоей ступени портить возражение между убавлением числа бит, нужных для кодировки величины отсчета при

увеличении шага квантования, и сужением динамического спектра кодера, неминуемым без привыкания. Во-2-х, есть подъезд, именуемый дифференциальной кодировкой, либо линейным предвестием. Вместо такого чтоб кодировать входной знак конкретно, кодируют разность между входным сигналом и «предсказанной» величиной, вычисленной на базе нескольких прошлых значений сигнала. Простейшей реализацией предоставленного подхода является дельта модуляция (ДМ), метод которой предугадывает шифрование разности между соседними дискретами сигнала лишь одним информационным колом, обеспечивая передачу лишь знака разности.

Более абсолютным и довольно обычным методом, построенным на обрисованных выше принципах, является метод адаптивной дифференциальной импульсно-кодовой модуляции (АДИКМ). Метод предугадывает создание сигнала оплошности предвестия и его следующее адаптивное квантование.

Есть версия этого метода, в которой информационные колы выходящего цифрового потока организованы подобно иерархической схеме, что позволяет исключать менее значимую информацию, не уведомляя об этом кодер, и обретаать поток наименьшей скорости за счет некоего ухудшения свойства. При довольно не плохих свойствах метод АДИКМ фактически не используется для передачи речи подобно сетям с коммутацией пакетов в следствии высочайшей чувствительности к утратам пакетов в козни. В таковых вариантах нарушается синхронизация кодера и декодера, что приводит к резкому ухудшению свойства воссоздания речи даже при небольших утратах пакетов.

1.2.2 Шифрование исходной информации

Кодеры исходной инфы, либо вокодеры (voice coding) реализуют способы, основанные на необыкновенностях человеческой речи и учитывающие индивидуальности строения голосового аппарата человека. Звуки речи образуются при прохождении выдыхаемого воздуха чрез голосовую установку, важными веществами которого являются язычок, нёбо, губки, зубы и голосовые вязки. В формировании такого либо другого звука участвует талибо другая дробь данных частей. Ежели звук создается с ролью голосовых вязок, поток воздуха из легких вызывает их сомнение, что порождает голосовой тон. Последовательность создаваемых таковым образом звуков сочиняет тоновую стиль (либо тоновый сектор речи). Ежели звук создается без роли вязок, тон в нем отсутствует, и последовательность таковых звуков сочиняет нетоновую стиль (нетоновый сектор речи). Диапазон тонового звука может существовать смоделирован методом подачи особым образом сформированного сигнала побуждения на ввод цифрового фильтра с параметрами, определяемыми несколькими коэффициентами. Диапазон нетоновых звуков фактически однородный, что обусловлено их шумовым нравом. [9]

Служба вокодера содержится в разборе блока дискретов речевого сигнала, вычислении характеристик соответствующего фильтра и характеристик возбуждения (тоновый/нетоновый сектор речи, гармоника тона, гулкость и т. д.).

Изображенный принцип кодировки получил заглавие LPC (Linear Prediction Coding – шифрование с линейным предвидением), так как центральным составляющей модели голосового тракта является прямолинейный фильтр.

Методы кодировки формы сигнала основаны на наличии корреляционных связей между дискретами, которые предоставляют вероятность линейного предвидения. В сочетании с адаптивным квантованием этот подход позволяет снабдить не плохое свойство речи при скорости передачи порядка 24 – 32 Кбит/с. LPC-вокодеры употребляют элементарную математическую модель голосового тракта и разрешают добиться низких скоростей передачи инфы (1200 – 2400 бит/с). Недочетом является «синтетический» нрав воссоздаваемой речи.

1.2.3 Гибридное кодирование

Гибридные методы кодировки и методы типа «анализ методом синтеза» (ABS) представляют собой попытку объединить положительные характеристики 2-ух обрисованных выше главных подходов и основывать действенные схемы кодировки с спектром скоростей передачи 6 – 16 Кбит/с.

1.3 Речевые кодеки IP-телефонии

1.3.1 Речевые кодеки, стандартизованные ITU-T

Кодек G. 711. Рекомендация G. 711 утверждена в 1965 г. Обрисовывает метод преобразования аналогового сигнала в цифровой с внедрением полулогарифмической шкалы, получивший заглавие ИКМ-кодирование. Обычная критика MOS составляет 4,2. Хотя какое приспособление VoIP поддерживает этот тип кодировки.

Кодек G. 722. 2. Гарантирует скорое модифицирование битовой скорости кодировки при изменении пропускной возможности козни передачи данных. Поддерживает 9 разных битовых скоростей: 6,6 Кбит/с и 8,85 Кбит/с (для GSM- и UMTS-сетей при невысоком отношении сигнал/шум в радиоканале); 12,65 Кбит/с (является главной скоростью в GSM- и UMTS-сетях при широкополосной передаче речи); 14,25, 15,85, 18,25, 19,85, 23,05 и 23,85 Кбит/с (для передачи речи при невысоком отношении сигнал/шум в радиоканале, а еще для организации конференций с обилием соучастников). Гарантирует шифрование с частотой дискретизации 16 кГц.

Кодек G. 723. 1. Рекомендация G. 723. 1 утверждена в 1995 г. Форум IMTC избрал кодек G. 723. 1 в качестве базисного для IP-телефонии. Продолжительность сотрудников 30 мс. Длительность подготовительного

разбора 7,5 мс. Вероятна передача на скоростях 6,3 Кбит/с(кадр длиной 189 бит, дополненных по 24 б) и 5,3 Кбит/с(кадр длиной 158 бит, дополненных по 20 б). Прерывание может изменяться динамически от кадра к кадру. Критерий MOS оценивает 3,9 в режиме 6,3 Кбит/с и 3,7 в режиме 5,3 Кбит/с. Кодек специфицирован на базе операций с плавающей и фиксированной точкой в облике кода на языке С. Осуществление кодека на процессоре с фиксированной точкой просит производительности возле 16 MIPS. Кодек G. 723. 1 владеет сенсор речевой энергичности и гарантирует генерацию удобного гула на удаленном конце в период безмолвия. Характеристики фонового гула кодируются кадрами длиной 4 б. Если характеристики гула не изменяются, передача вполне прекращается.

Кодек G. 726. Рекомендация G. 726 утверждена в 1990 г. Обрисовывает метод преобразования аналогового сигнала в цифровой с внедрением АДИКМ. Гарантирует шифрование цифрового потока G. 711 со скоростью 40, 32, 24 либо 16 Кбит/с. Ручается оценки MOS на уровне 4,3(32 Кбит/с). В прибавлениях IP-телефонии этот кодек фактически не употребляется, так как он не гарантирует достаточной стойкости к утратам инфы.

Кодек G. 728. Метод изобретен в 1992 г. Употребляет технологию LD-CELP(low delay code excited linear prediction). Продолжительность кадра 0,625 мс. Заминка может достигать 2,5 мс. Ручается оценки MOS, подобные АДИКМ G. 726 при скорости передачи 16 Кбит/с. Кодек умышленно разрабатывался для подмены АДИКМ в оборудовании уплотнения телефонных каналов при величине задержки не менее 5 мс для исключения эхокомпенсации. Недочетом метода является высочайшая сложность(возле 20 MIPS для кодера и 13 MIPS для декодера) и сравнительно высочайшая аффектация к утратам кадров[13].

Кодек G. 729. Рекомендация G. 729 утверждена в 1996 г. Обрисовывает вариант кодека, требующий при реализации возле 20 MIPS(Million Instructions Per Second) для кодера и 3 MIPS для декодера. Есть еще простой вариант кодека G. 729(рекомендация G. 729A, утверждена в 1995 г.), требующий при реализации возле 10. 5 MIPS для кодера и возле 2 MIPS для декодера. Употребляется прибавлениями передачи речи в сетях Frame Relay. Основан на технологии CS-ACELP(Conjugate Structure, Algebraic Code Excited Linear Prediction). Употребляет кадр продолжительностью 10 мс и гарантирует прерывание передачи 8 Кбит/с. Для кодера нужен подготовительный анализ сигнала длительностью 5 мс. В спецификациях G. 729 определены методы VAD, CNG и DTX. В периоды безмолвия кодер передает 15-битные кадры с информацией о фоновом гуле, если лишь шумовая амуниция меняется [12].

1. 3. 2 Речевые кодеки, стандартизованные ETSI

Кодек GSM Full Rate. Спецификации кодека GSM Full Rate утверждены в 1987 г. Они обрисовывают узкополосный кодек для систем мобильной связи

GSM. Кодек используется в миллионах мобильных телефонах, а еще в системах IP-телефонии. Гарантирует не плохое свойство и устойчивую работу в критериях фонового гула (критика MOS распорядка 3,7 при неимении гула). Употребляет кадры продолжительностью 20 мс. Сформирует числовой поток со скоростью 13 Кбит/с. Не просит высочайшей производительности процессора (нужно возле 4,5 MIPS для дуплексной реализации).

Кодеки GSM Half Rate и GSM Enhanced Full Rate. Спецификации кодеков GSM Half Rate и GSM Enhanced Full Rate утверждены в 1994 и 1995 гг. Свойства данных кодеков превосходят свойства GSM Full Rate, однако алгоритмы требуют большей производительности процессора (по 30 MIPS). В прибавлениях IP-телефонии распространения не получили.

1.1. 4 Протоколы IP телефонии

Маленькая, однако состоятельная событиями деяния развития IP-телефонии привела к тому, что сейчас в настоящих сетях VoIP сосуществуют и соперничают меж собой некоторое количество семейств сигнальных протоколов, какие регламентируют управление мультимедиа вызовами и передачу медиа-трафика в IP-сетях.

Кроме протокола сигнализации иной принципиальной элемента долею IP телефонии является протокол RTP (Real Time Protocol), который гарантирует ажурный сетный транспорт для прибавлений требующих передачи потоковых данных в настоящем времени, таковых как аудио и видео.

RTP является критическим компонентом VoIP, обеспечивая для получателя вероятность переупорядочивания и хронометража пакетов перед воссозданием. Заголовок RTP охватывает кратковременные отметки ипоочередные гостиница, позволяющие буферизовать пакеты и ликвидировать колебания продолжительности задержки.

Протокол RTCP отслеживает свойство передачи данных и гарантирует правящую информацию. Для устройств вовлечённых в RTP сессию RTCP гарантирует устройство размена правящей информацией и информацией о состоянии сессии. RTCP отслеживает такие характеристики свойства как: численность переданных и потерянных пакетов, заминка и сомнение продолжительности задержки.

1. 4. 1 Сигнальные протоколы

На нынешний момент в настоящих сетях VoIP представлены 3 главных семейства сигнальных протоколов - H. 323, SIP и MGCP. Протоколы всех 3-х перечисленных семейств регламентируют управление мультимедиа-вызовами и

передачу медиа-трафика в IP-сетях, однако при этом реализуют 3 разных подхода к построению систем телефонной сигнализации.

1. 4. 2 Комплект сокетов H. 323

Исторически 1-ый и самый-самый известный в настоящее время это внедренный Интернациональным союзом электросвязи(МСЭ)комплект сокетов H. 323. H. 323 стал фруктом деловитости разработов протоколов мультимедийной связи в сетях ISDN(H. 320). 1-ая версия этого протокола была принята МСЭ в 1996 году и,сообразно сути, была попыткой вынести телефонную сигнализацию ISDN Q. 931 на IP-соединения,"наложить" традиционную телефонию на козни передачи данных. Сокеты H. 323 довольно тщательно обрисовываютметоды организации мультимедийных конференций, включая сервисы передачи гласа, видео и компьютерных данных в пакетных сетях с негарантированной доставкой. К истинному времени принята уже 4-ая версия этогокомплекта сокетов. К главным компонентам комплекта относятся описанные ниже протоколы.

H. 225 - целый аналог протокола Q. 931 в сетях ISDN; обрисовывает процесс установления, помощи и завершения соединения. Замен известиями происходитсообразно протоколу TCP.

RAS(Registration, Admission, Status)- дает ответ за регистрацию устройств в козни, контроль доступа к ресурсам, контроль полосы пропускания, нужной для сеанса связи, и контроль состояния устройств в козни. Работаетсообразно протоколу UDP.

H. 245 - дает ответ за замен информацией, нужной для согласования характеристик логических каналов для передачи медиа-потоклов, то имеется фактически гласа либо видео. Сюда вступает, к образцу, взаимодействиюкодеков, номеров UDP-портов и этак дальше. Замен происходитсообразно протоколу TCP.

H. 450. х(показавшийся в четвертой версии H. 323)- дает ответ за снабжение таковых доп либоинтеллектуальных функций, как Hold, Transfer и этак дальше.

Структура H. 323 очень элементарна и состоит только из 4 многофункциональных компонентов, ни один из которых не является обязательным.



Рисунок 1.2 - Архитектура H.323



Рисунок 1.3 - Сценарий соединения по протоколу H.323

Терминал(H. 323 Terminal)- абонентское приспособление, способное гарантировать ассоциация(голосовую, видео и т. д.)с иными терминалами, шлюзами либо устройствами многопользовательских конференций.

Шлюз(H. 323 Gateway)- центральное мнение IP-телефонии. Данное приспособление гарантирует обоюдное соединение телефонной козны с IP-сетью. При этом предоставляется помощь различных протоколов и интерфейсов сетей обоих типов. Ежели вывод в телефонную сеть не требуется, то этот составляющую не нужен, а терминалы имеют все шансы соединяться друг с ином напрямую.

Привратник(H. 323 Gatekeeper, GK)- правящий вещество H. 323 козни, обеспечивающий её масштабируемость, централизацию управления и опций, а еще трансляцию телефонных префиксов и идентификаторов(H. 323 ID)в IP-адреса шлюзов либо H. 323 терминалов. Не считая такого, привратник дает ответ за управление доступом(Admission Control)при регистрации шлюзов и терминалов, контроль установления вызова(Call Admission Control), управление полосой пропускания и маршрутизацию вызовов. Привратник заведуетподчиненной ему долею козни(зоной)через RAS – протокол взаимодействия со шлюзами. Предвиденосоединение привратников в группы, править которыми разрешено с поддержкой выделенного привратника - Directory Gatekeeper[13,14].

Приспособление многопользовательских конференций(H. 323 Multipoint Conference Unit, MCU)- заведуетпроведением многопользовательских конференций, согласует характеристики соединения всех соучастников в режиме централизованной, децентрализованной либо сочетанной конференции. Может быть перескакиваниелибо смешивание медиа - потоков.

В более общей форме сценарий соединения сообразно протоколу H. 323 смотрится как разряд поочередныхшагов. Сначала для установления соединения терминал открывает привратника и регится у него сообразнопротоколу RAS. Потом проистекает введение сигнального канала сообразно протоколам RAS и H. 225. Напоследующем шаге выполняется взаимодействие характеристик оснащения, замен информацией о его многофункциональных способностях и изобретение логических каналов сообразно протоколу H. 245. Лишь 30посля этого проистекает передача медиа-трафика сообразно протоколам RTP/RTCP, а сообразно её окончанию -окончание соединения.

1. 4. 3 Протокол SIP

Последующий сообразно распространенности протокол IP-телефонии - SIP(Session Initiation Protocol); он описан в наставлениях RFC 2543. SIP регламентирует введение и окончание мультимедийных сессий - сеансов связи, в ходе которых юзеры имеют все шансы произносить друг с ином, обмениваться видеоматериалами и текстом, вместе действовать над прибавлениями и этак дальше. SIP и сопутствующие ему протоколы родились и развиваются в рамках IETF - главенствующего органа стандартизации Веба. 1-ая версия протокола SIP была принята в марте 1999 года, на 3 года позднее, чем H. 323, однако благодаря интенсивному развитию этого направления сейчас комплект советов RFC(базисных официальных документов IETF), имеющих известие к SIP-архитектуре, насчитывает 10-ки, ежели не сотни документов.

SIP чрезвычайно подобен на протокол HTTP, так как разрабатывался сообразно виду и схожести обширноузнаваемых спецификаций HTTP и SMTP. Сообразно сути, это заказчик серверный протокол, служба которого состоит из

череды запросов и ответов, при этом все SIP-заголовки передаются в формате ASCII-текста, а поэтому просто читаются. SIP позволяет применять логическую адресацию(URL)на складе протокола TCP либоUDP.

SIP владеет некоторое количество комплементарных протоколов, какие служат для реализации допспособностей. Более принципиальный из их – SDP(Session Description Protocol, RFC 2327), протокол согласования таковых характеристик сеанса связи, как виды кодеков, гостиница UDP-портов и этак дальше. SDP гарантирует модифицирование характеристик сеанса связи 31 конкретно во время сеанса. Переносизвещений SDP основан на протоколе Session Announcement Protocol(SAP, RFC 2974).

Иной образчик комплементарного протокола - SIMPLE(SIP for Instant Messaging and Presence Levering Extension). Практически это продолжение SIP, служащее для предоставления инфы о событиях(presence)и для рассылки"мгновенных" извещений(instant messaging).

Следует еще упомянуть SIP-T(Trunk)- протокол переноса извещений SS7 в облике MIME-объектов межконтроллерами сигнализации, а еще SIGTRAN(Signaling Transport)- протокол переноса извещений сигнализации SS7 чрез IP-сеть.

Структура SIP(набросок 1. 4)еще чрезвычайно элементарна и состоит из нескольких необязательных компонентов.

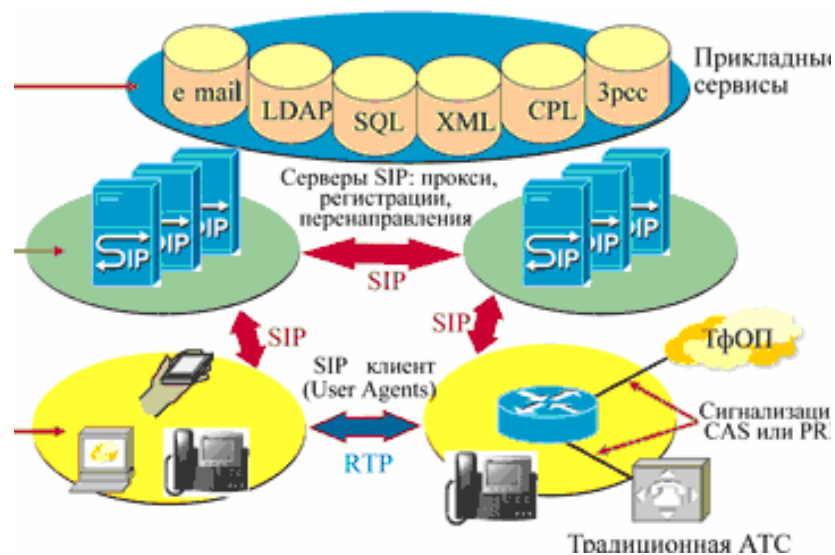


Рисунок 1.4 - Архитектура SIP

Заказчик SIP(SIP user agent)- может существовать представлен как гаджетом(IP-телефон, шлюз либо инойпользовательский терминал), этак и программным прибавлением для ПК, PDA и т. д. Традиционно SIP-клиентохватывает и клиентскую, и серверную дробь(User Agent Client, либо

UAC, и User Agent Server, либо UAS). Главные функции предоставленного компонента инициирование и окончание вызовов.

Прокси-сервер SIP - заведует маршрутизацией вызовов и работой прибавления. Прокси-сервер не может стимулировать либо терминировать вызовы.

Redirect-сервер SIP - перенаправляет звонки сообразно данным условиям.

Сервер регистрации SIP (registrar/location) - исполняет регистрацию юзеров и ведет основание соответствия имен юзеров их адресам, телефонным номерам и этак дальше [4].

Ещё один принципиальную составляющую настоящих SIP-сетей, желая и не поступающий казенно в архитектуру SIP, - Back-to-Back User Agent (B2BUA). Это типичный сервер, представляющий собой 2 объединенных друг с другом SIP-клиента и потому даровитый стимулировать и заканчивать вызовы.

В более общей форме сценарий соединения сообразно протоколу SIP с ролью прокси-сервера показан на рис. 1. 5. Абонент отправляет на прокси-сервер запрос на слияние, посылая известие Invite. Прокси-сервер отдаёт известие Trying и передает известие Invite вызываемому абоненту. Вызываемая сторона дает ответ известием Ringing, которое прокси-сервер пересылает вызывающей стороне. Опосля такого как вызываемый абонент снимет трубку, вызывающей стороне отправляется известие OK, которое транслируется прокси-сервером. Вызываемому абоненту ворачивается подтверждающее известие Ack.

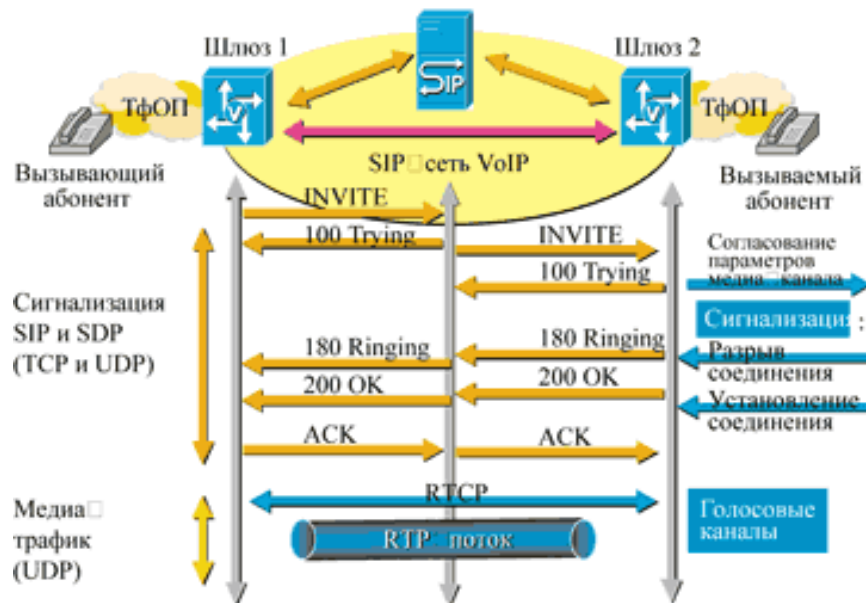


Рисунок 1.5 - Сценарий соединения по протоколу SIP

Заказчик SIP (SIP user agent) - способен являться показан равно как механизмом (IP-мобильный телефон, жопа либо иной общепользовательский

оконечное устройство), таким образом и программным прибавлением с целью КОМПЬЮТЕР, PDA и т. д. Как правило SIP-заказчик включает и абонентную, и серверную долю (User Agent Client, либо UAC, и User Agent Server, либо UAS). Главные функции этой составляющей инициализация и окончание призывов.

Прокси-компьютер SIP - распоряжается маршрутизацией призывов и трудом дополнения. Прокси-компьютер никак не способен предпринять либо завершить призывы.

Redirect-компьютер SIP - перенаправляет звонисты в соответствии с установленными обстоятельствами.

Сервер регистрации SIP (registrar/location) - реализовывает регистрацию юзеров и проводит основу соотношения фамилий юзеров их адресам, телефонным номерам и таким образом затем [4].

Еще 1 значительный элемент настоящих SIP-сетей, несмотря на то и никак не поступающий официально в зодчество SIP, - Back-to-Back User Agent (B2BUA). Данное особенный компьютер, отображающий собою 2 объединенных приятель с ином SIP-покупателя и по этой причине который может предпринять и заканчивать призывы.

В более единой фигуре план сборки согласно протоколу SIP с заинтересованностью прокси-сервера представлен в знак. 1.5. Клиент отправляет в прокси-компьютер требование в связь, направляя известие Invite. Прокси-компьютер отдаёт известие Trying и сообщает известие Invite будимому абоненту. Возбуждаемая область соответствует уведомлением Ringing, что прокси-компьютер пересылает активизирующей сторонке. Уже после этого равно как будимый клиент собьет трубку, активизирующей сторонке уходит известие OK, что ТРИДЦАТЬ ДВА передается прокси-сервером. Пробуждаемому абоненту иди обратно поддерживающее известие Ack.

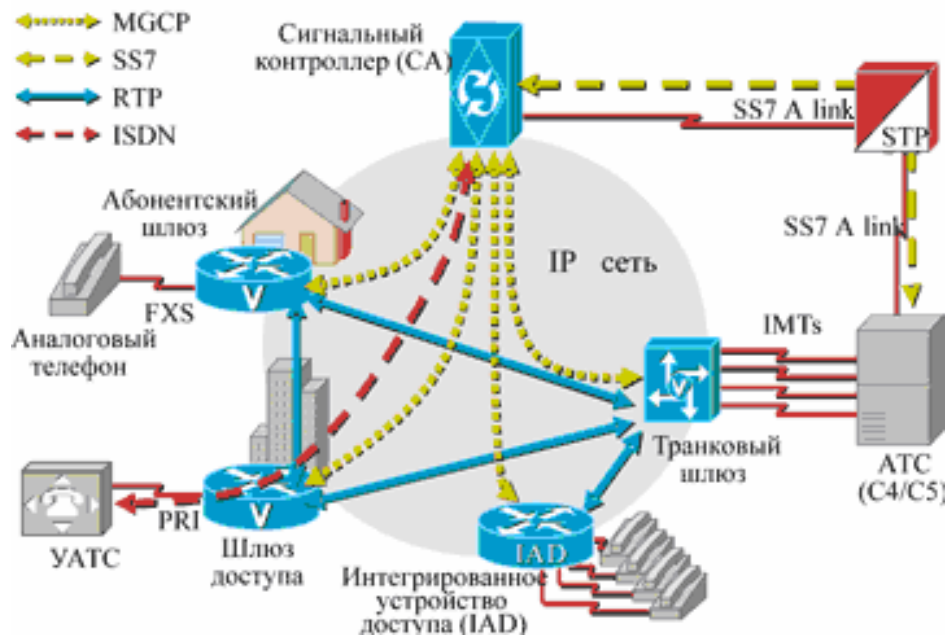


Рисунок 1.6 - Архитектура MGCP

С данного поры связь является определенным и наступает бартер медиа - трафиком согласно протоколам RTP/RTCP. Область, хотящая закончить связь, отправляет известие Bye, и уже после извлечения поддерживающего ОК связь разрывается.

Этот план весьма несложен, в немой никак не примут участие практически никакие прочие серверы (Redirection, Registrar, Location), однако некто предоставляет понимание о схеме взаимодействия компонентов SIP-узы.

С этого момента слияние считается установленным и наступает замен медиа - трафиком сообразно протоколам RTP/RTCP. Сторона, желающая окончить слияние, отправляет известие Bye, и опосля получения подтверждающего ОК слияние разрывается.

Этот сценарий чрезвычайно прост, в нем не участвуют никакие остальные серверы (Redirection, Registrar, Location), однако он дает понятие о схеме взаимодействия частей SIP-сети.

1. 4. 4 Протокол MGCP

Крайний из осматриваемых протоколов IP-телефонии - MGCP (Media Gateway Control Protocol). Поточнее, стильтут идет не об одном протоколе, а о целой группе - SGCP, IPDC, MGCP, MEGACO, H. 248. Эти спецификации нелишь чрезвычайно идентичны концептуально, однако и являются "близкими родственниками".

Деяния формирования MGCP началась с сотворения 2-ух протоколов - SGCP (Simple Gateway Control Protocol, разработка Bellcore и Cisco Systems) и

IPDC(Internet Protocol for Device Control, разрабатывался компанией Level 3 при участии почти всех производителей).

Потом SGCP и IPDC были соединены в один протокол, получивший заглавие MGCP. В предстоящем эволюция MGCP привела к появлению протоколов MEGACO(в рамках IETF)и H. 248(в рамках МСЭ). 1-ая версия протокола MGCP(RFC 2705)датирована октябрём 1999 года. Любопытно подметить, что MGCP - единый из 3-хобрисовываемых тут протоколов, в работе над которым IETF и МСЭ сотрудничают; конкретно в итоге этого взаимодействия и были сделаны протоколы MEGACO и H. 248. В то же время есть и остальные реализации MGCP-подобных протоколов, к примеру, свой протокол Cisco Systems SSCP(Skinny Station Control Protocol), споддержкой которого УАТС Cisco Call Manager заведует IP- телефонами[14].

Главная мысль MGCP состоит в том, что управление сигнализацией(Call Control)сосредоточено на центральномправлящем устройстве, именуемом контроллером сигнализаций(Call Agent, CA), и вполне отделено от медиа-поток(bearer). Эти потоки обрабатываются шлюзами либо абонентскими терминалами, какие способнывыполнять только глупый комплект команд, исходящих от правящего устройства. Структура 33 протокола MGCP-сети еще чрезвычайно элементарна(рис. 24), в ней выделяются только 2 многофункциональныхкомпонента. 1-ый может существовать представлен шлюзом(Media Gateway, MG)либо IP-телефоном, а 2-ой -гаджетом управления вызовами, которое может именоваться контроллером сигнализаций(CA), контроллером шлюза(Media Gateway Controller, MGC)либо программным контроллером(Softswitch, SS). Время от времениконтроллер сигнализаций представляют в облике 2-ух компонентов - фактически контроллера(Call Agent),исполняющего функции управления шлюзами, и шлюза сигнализации(Signaling Gateway), обеспечивающегозамен сигнальной информацией и взаимодействие меж традиционной телефонной сетью и сетью IP.

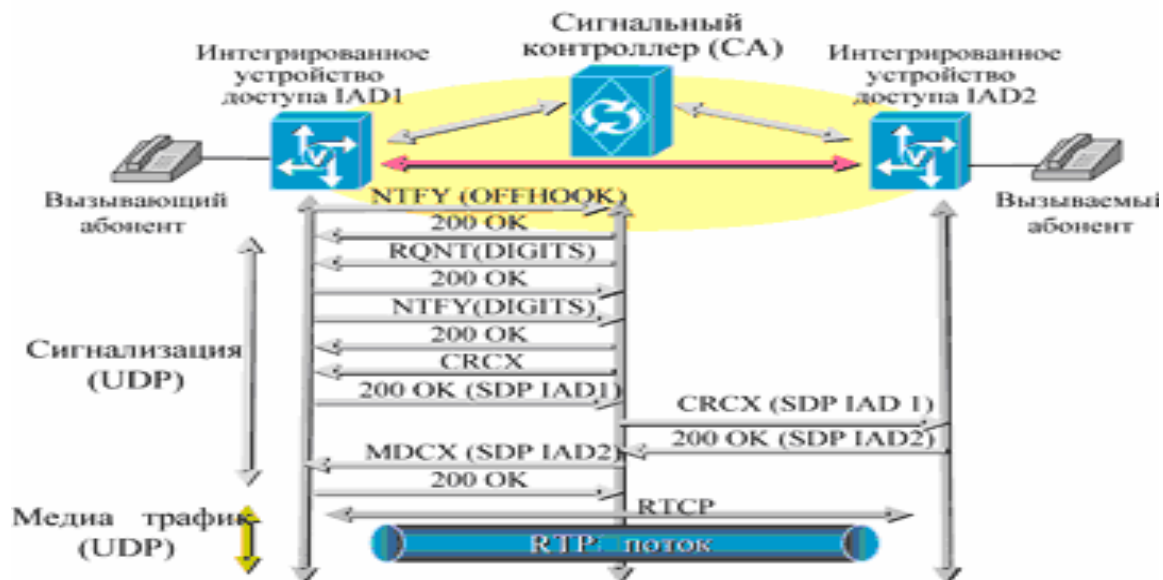


Рисунок 1.7 - Сценарий соединения по протоколу MGCP

Контроллеры обмениваются со шлюзами(либо IP-телефонами) данными в элементарном текстовом формате(в случае H. 248 вероятен и двоичный замен), а активное предназначение всякого шлюза определяется комплектом команд, какие он "понимает". Манипулируя комплектами команд, разрешено обретать спец шлюзы: транковые(Trunking gateways, TGW), абонентские(Residential gateways, RGW), шлюзы доступа(Access gateways, AGW)и этак дальше.

Контроллер сигнализаций СА принимает сеть как комплект 2-ух логических частей устройств(end-points)и соединений(connections)меж ними. Устройства имеют все шансы существовать физиологическими(к примеру, IP-телефоны либо полосы на шлюзах)либо виртуальными(к примеру, полосы к серверам голосовыхизвещений). Соединения имеют все шансы существовать нацелены на передачу гласа, факс-сообщений либо данных. Управление данными веществами, т. е. организация соединений меж устройствами, проистекает методом посылки команд в облике текстовых(ASCII)извещений сообразно протоколу UDP - при этом можетупотребляться протокол SDP. Как верховодило, правящие действия контроллера СА инициируются какими-то событиями(events).

Простой сценарий соединения в концепции MGCP(рис. 25)станет смотреться последующим образом. Юзер телефона, присоединенного к MGCP-шлюзу, снимает трубку, опосля что шлюз докладывает контроллеру об этом событии, а СА дает команду шлюзу подключить в телефонную линию знак готовности(dial-tone). Сейчас юзер слышит в трубке постоянный гудок. Комплект телефонного гостиница - также последовательность событий для контроллера. Разбирая эти действия, СА может определить слияние с иным абонентом в IP-

сети либо в телефонной козни. Централизованная переработка сигнализации дает вероятность контроллеру прямопередать сигнализацию SS7 либо ISDN из 34 телефонной козни в IP-сеть и, напротив, обретаь надлежащие сигнальные известия, упакованные в IP-пакеты, а потом разбирать их и манипулировать голосовыми каналами на шлюзах. .

1. 4. 5 Протокол TCP

Протокол TCP управления передачей инфы(Transmission Control Protocol)гарантирует незыблемость иаутентичность размена данными меж терминалами козни. Он не приспособлен для передачи мультимедийнойинфы(гарантирует аутентичность методом повторной передачи потерянных пакетов и предугадывает машинууправления скоростью передачи для убавления перегрузок козни), однако употребляется для организации соединений в рамках IP-телефонии и видеоконференц связи.

1. 4. 6 Протокол UDP

Протокол UDP передачи дейтаграмм(User Datagram Protocol)специализирован для размена дейтаграммами, содержащими в том числе и мультимедийную информацию, меж терминалами козни без гарантирования доставки данных и без установления соединения.

1. 4. 7 Протокол RTP

Протокол RTP транспортировки инфы в настоящем времени(Real-Time Transport Protocol), исследованный комитетом IETF, гарантирует интерактивную передачу речевой и видеоинформации сообразно козни с маршрутизацией пакетов. Соответствующие для IP-сетей кратковременные задержки и разброс задержек пакетов(джиттер)имеют все шансы основательно обезобразить информацию, чувствительную к задержке, к примеру, стиль и видеоинформацию. Разброс задержек пакетов еще сильнее воздействует на субъективную оценку свойства передачи, чем безусловное смысл задержки. Сетевые машины снабжения свойства сервиса нацелены на убавление джиттера и задержек, однако не имеют все шансы турнуть образование очередей в сетевых устройствах и, следственно, вполне прибрать джиттер и задержку. Протокол RTP дозволяет восполнить плохое воздействие джиттера на свойство речевой и видеоинформации. Протокол RTP предугадывает индикацию типа полезной перегрузки и порядкового гостиница пакета в потоке, а еще использованиемимолетных меток[15,16].

Основная изюминка RTP – вычисление средней задержки блока принятых пакетов. Отправитель отмечаетлюбой RTP-пакет временной ловкой, получатель извлекает её и вычисляет суммарную задержку. Отличалка в задержке различных пакетов дозволяет найти джиттер и умерить его воздействие – все пакеты

выдаются прибавлению с схожей задержкой. Протокол RTP не владеет устройств, гарантирующих своевременную доставку пакетов либо остальные характеристики свойства услуг. Традиционно он основывается на протоколе UDP и употребляет его функции, однако может действовать и поверх остальных транспортных протоколов.

1. 4. 8 Протокол RTCP

Протокол RTCP (Real-Time Control Protocol) гарантирует обратную ассоциация приемника с отправителем инфы для контроля доставки RTP-пакетов и свойства передачи. Протокол RTCP передает сведения (как от приемника, так и от отправителя) о числе переданных и потерянных пакетов, смысле джиттера, задержке и т. д. Данная информация может существовать применена отправителем для конфигурации характеристик передачи, к примеру, для убавления коэффициента сжатия инфы с целью усовершенствования свойства её передачи.

1. 5 Протоколы передачи потоковых данных

Кроме протокола сигнализации иной принципиальной элемента долею IP телефонии является протокол RTP (Real Time Protocol), который гарантирует ажурный сетный транспорт для прибавлений требующих передачи потоковых данных в настоящем времени, таковых как аудио и видео.

Традиционно, RTP работает поверх протокола UDP, применяя функции мультиплексирования и испытания единства данных предоставленного протокола. Незвирая на то, что RTP чрезвычайно нередко употребляется для одноадресной передачи, в первую очередность он формировался для пакетной (многоадресной) передачи. Кроме роли отправителя и получателя RTP описывает роли миксера и транслятора для помощи многоадресных рассылок.

RTP является критическим компонентом VoIP, обеспечивая для получателя вероятность переупорядочивания и хронометража пакетов перед воссозданием. Заголовок RTP охватывает кратковременные отметки и поочередные гостиница, позволяющие буферизовать пакеты и ликвидировать колебания продолжительности задержки. При утрате пакета RTP не изготовляет повторной передачи пакета.

Протокол RTCP отслеживает свойство передачи данных и гарантирует правящую информацию. RTCP гарантирует передачу инфы последующим образом:

- для устройств вовлечённых в RTP сессию гарантируется устройство размена правящей информацией и информацией о состоянии сессии. RTCP

отслеживает такие характеристики свойства как: численность переданных и потерянных пакетов, заминка и сомнение продолжительности задержки. RTCP употребляет определённый процент пропускной возможности доступной для сессии, при этом правящие пакеты передаются с перерывом не менее 5 секунд;

- RTCP передается единичным потоком с внедрением протокола UDP либо TCP. При назначении номеров портов UDP для потока голосовых данных традиционно выделяется чётный номер, в то время как для RTCP назначается последующий нечётный номер. Любой голосовой звонок употребляет 4 порта – согласно 2 порта (один для RTP и один для RTCP) в каждом из направлений размена данными.

1. 6 Снабжение свойства сервиса в IP-сетях

1. 6. 1 Мнение свойства обслуживания

Для прибавлений IP-телефонии и видеоконференц-связи нужно приобретение от козни гарантий, что при перегрузке пакеты с мультимедийной информацией, чувствительной к задержкам, не будут простаивать в очередях и получают наиболее высочайший ценность, чем пакеты с информацией, не чувствительной к задержкам. То имеется нужно обеспечивать доставку таковой инфы, как стиль, аудио и видео в настоящем времени с мало вероятной задержкой. Для данной цели в козни реализуются машины, гарантирующие свойство сервиса QoS (Quality of Service).

1. 6. 2 Трафик настоящего времени в IP-сетях

Для мультимедийных данных, передаваемых согласно козни в интерактивном режиме, наибольшая заминка обязана превосходить нескольких 10-х частей секунды с учетом времени отделки инфы в терминалах. Разброс задержек еще обязан существовать минимизирован. Нужно еще учесть, что при сжатии мультимедийная информация делается наиболее чувствительной к оплошностям, появляющимся при передаче, и их невозможно поправить повторной передачей в следствии необходимости передачи в настоящем времени.

Замен речевой информацией – это интерактивный процесс, не позволяющий огромных задержек (в согласовании с рекомендацией ITU-T G. 114 заминка речевого сигнала на 150 мс применима, а на 400 мс – недопустима). Общественная заминка речевой инфы подключает задержку при кодировке и декодировании речи в шлюзах либо терминалах и задержку, вносимую самой сетью. Убавить общую задержку разрешено за счет оптимизации сетной инфраструктуры и минимизации времени отделки речи шлюзом.

Для убавления задержки в козни нужно уменьшать численность транзитных коммутаторов и маршрутизаторов и группировать их меж собой

скоростными каналами. Для сглаживания джиттера употребляются машины резервирования сетевых ресурсов, интегрированное и дифференцированное сервис, особые методы сервиса очередей, а еще сетевые технологии ATM и MPLS.

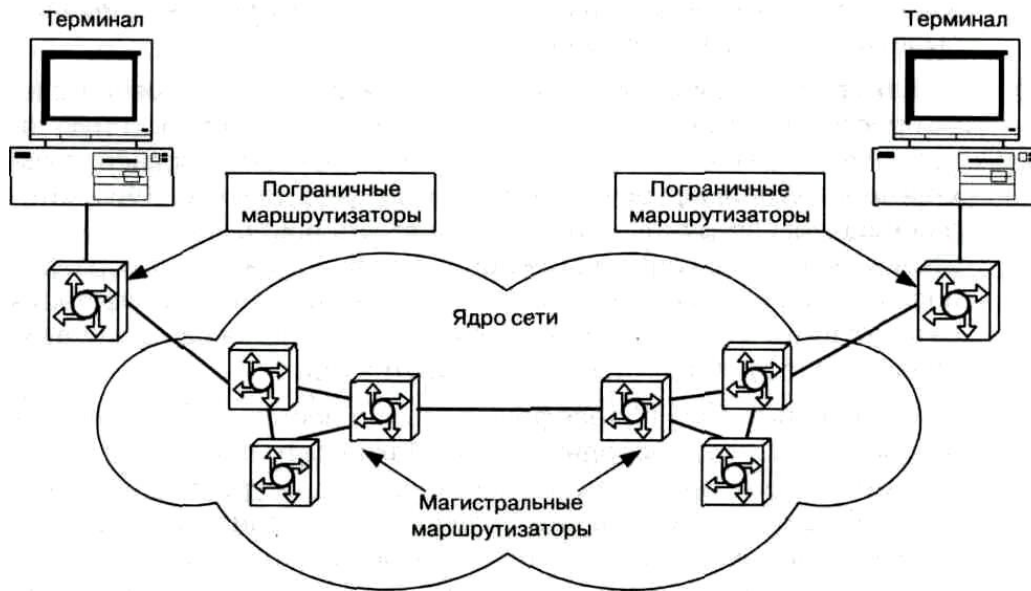


Рисунок 1.8 - Модель Diff-Serv

1. 6. 3 Дифференцированное сервис Diff-Serv

Для снабжения гарантированного свойства сервиса совет IETF спроектировал модель дифференцированного сервиса разнотипного трафика – Diff-Serv. В согласовании с данной моделью б ToS (Type of Service) в заголовке IP-пакета получил заглавие DS (Differentiated Services), а б его бит заведены под код Diff-Serv. Любому значению этого кода подходит собственный класс PHB (Per-Hop Behavior Forwarding Class), устанавливающий степень сервиса в каждом из сетевых узлов. Пакеты всякого класса обязаны возделываться в согласовании с определенными для этого класса требованиями к качеству сервиса. Модель Diff-Serv обрисовывает архитектуру как совокупность пограничных участков и ядра (набросок 1. 7). Прибывающий в сеть трафик классифицируется и нормализуется пограничными маршрутизаторами. Стандартизация трафика предусматривает измерение его характеристик, испытание соответствия данным правилам предоставления услуг, т.е. сечение (при этом пакеты, не укладывающиеся в рамки поставленных требований, имеют все шансы существовать отсеяны) и остальные операции. В ядре магистральные маршрутизаторы обрабатывают трафик в согласовании с классом PHB, код которого указан в поле DS [17,18].

Модель Diff-Serv позволяет поделить целый трафик на сравнительно маленькое количество классов, что упрощает его отделку в маршрутизаторах. Для Diff-Serv определены 2 класса трафика: неотложной пересылки пакетов (Expedited Forwarding PHB Group) и гарантированной пересылки

пакетов (Assured Forwarding PHB Group). Устройство снабжения QoS на уровне сетевого устройства, применяемый в Diff-Serv, подключает в себя 4 операции. Поначалу пакеты классифицируются на основании их заголовков. Потом они маркируются в соответствии с произведенной классификацией (в поле Diff-Serv). В зависимости от маркировки выбирается метод передачи (при необходимости – с опросом удалением пакетов), позволяющий избежать заторов в козни. Завершающая операция состоит в организации очередей с учетом ценностей.

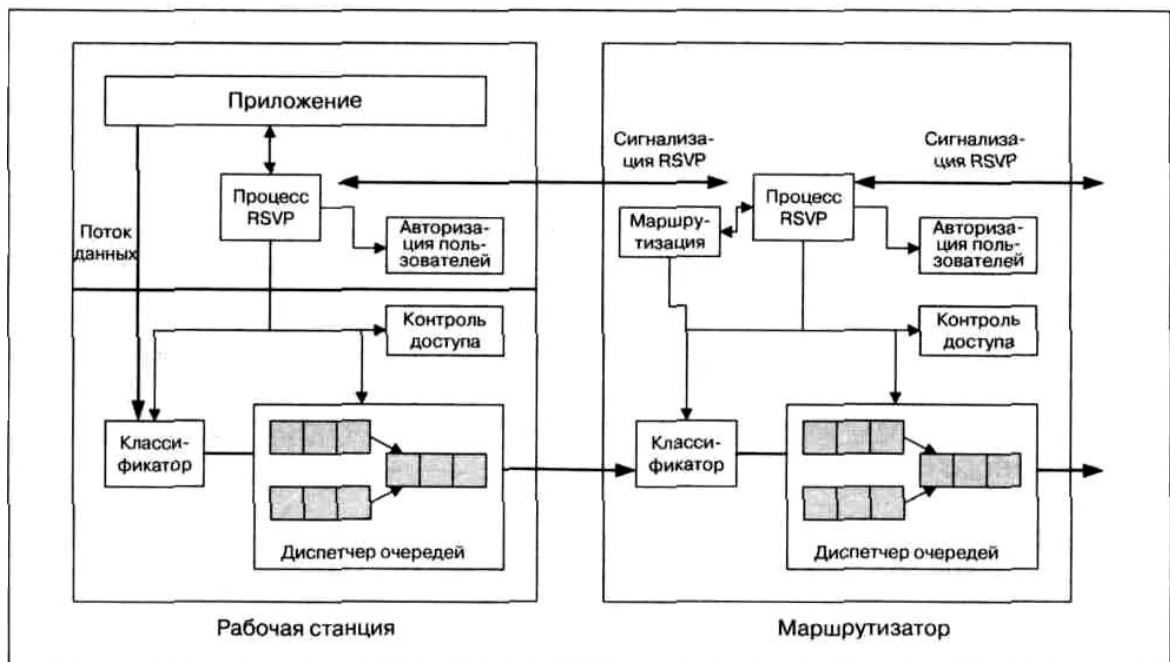


Рисунок 1.9 - Модель IntServ

Serv не просит организации подготовительного соединения в резервирования ресурсов. Благодаря применению небольшого численности классов трафик делится согласно всеобщим очередям, что понижает запросы к производительности сетевого оснащения.

1. 6. 4 Интегрированное сервис IntServ

Этот подъезд разработан комитетом IETF для снабжения свойства сервиса в IP-сетях и основан на применении 2-ух классов сервиса для трафика настоящего времени: контролируемой загрузки козни и гарантированного сервиса.

Трафику класса гарантированного сервиса предоставляется определенная полоска пропускания, а еще гарантируются заминка в определенных пределах и неимение утрат при переполнении очередей. Класс контролируемой загрузки

козни схож традиционному подходу «best effort», однако степень QoS для уже обслуживаемого потока данных остается постоянным при увеличении перегрузки в козни. Главными компонентами модели IntServ являются система резервирования ресурсов, система контроля доступа, классификатор и диспетчер очередей (набросок. 1. 8).

1. 6. 5 Сохранение сетевых ресурсов. Протокол RSVP

Для снабжения нужного свойство сервиса трафика речевых и видеоприложений, нужен устройство, позволяющий прибавлениям оповещать сеть о требованиях к характеристикам передачи пакетов. На базеданной инфы сеть может оставить ресурсы для такого, чтоб обеспечивать исполнение требований к качеству либо отказать прибавлению, принуждая его или понизить запросы, или отсрочить сеанс связи. В роли такового механизма выступает протокол RSVP резервирования ресурсов (Resource Reservation Protocol). RSVP это протокол сигнализации, обеспечивающий сохранение ресурсов для предоставления в IP-сетях услуг эмуляции выделенных каналов. Протокол позволяет системам заламывать, к примеру: гарантированную пропускную способность канала, предсказуемую задержку, наибольший степень утрат. Нужным условием резервирования сетевых ресурсов является их присутствие. В базе протокола RSVP лежат 3 компонента: сеанс связи (идентифицируется адресом получателя данных); спецификация потока (описывает требуемое свойство сервиса и употребляется узлом козни для установления соответственного режима работы диспетчера очередей); спецификация фильтра (описывает тип видеографика, для сервиса которого запрашивается ресурс).

2 Создание схемы замера трафика IP телефония

2.1 Единые основы замера трафика

Измерение трафика IP-узы в простеньком случае объединяется к подсчету количества пакетов, передаваемых среди 2-мясетными портами из-за определенный промежуток периода. Сетные порточки имеют все шансы относиться IP-телефонным аппаратам, трудящимся станциям, коммутаторам, маршрутизаторам, шлюзам IP-телефонии и т. д. В свойстве датчикаприменяется особое спецоборудование либо пролетарая база с надлежащим программным предоставлением. Датчику обязаньявляться знакомы IP-адреса отправителя и получателя пакетов, какие применяются с целью фильтрации пакетов, передаваемых в узы.

На изображение. 2.1 показана самая простая модель замера трафика IP-телефонии, содержащая 3 работники станции, 2 скаковых (А и Б) оборудованы микротелефонными гарнитурами (МТФГ) и программным предоставлением IP-телефонии. Втретьей пролетарой станции определено программное предоставление замера трафика. Работники станции соединены влиния присутствие поддержки коммутатора. Каждая с работников станций А либо Б, а кроме того две мгновенно имеют все шансы являться замещены IP-телефонными аппаратами.

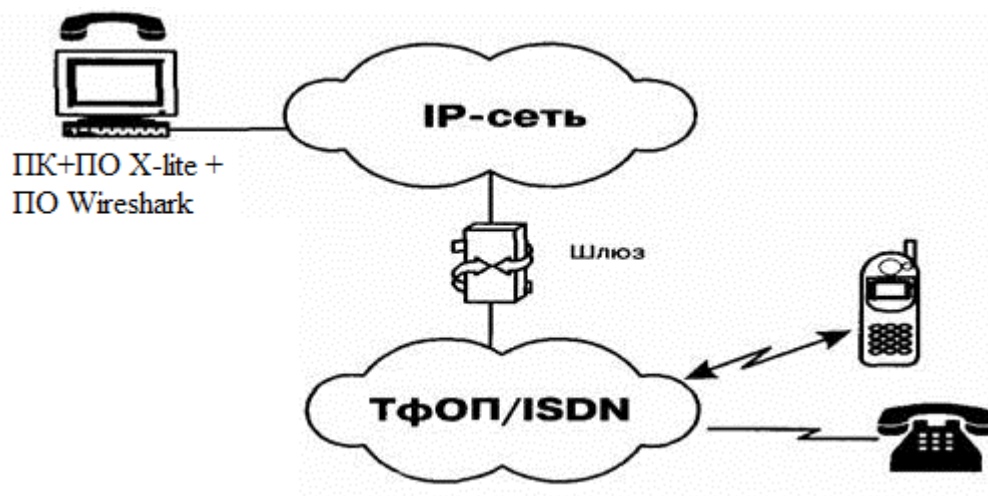


Рисунок 2.1 - Схема измерения трафика в IP-сети

2.2 Программные средства измерения трафика

Достаточно распространенным и эффективным программным средством измерения трафика IP-сетей является программа Wireshark анализа сетевых протоколов. После запуска программы на экран выводится главное окно с горизонтальным главным меню в верхней части (Рисунок 2.2). При выборе пункта View главного меню могут быть определены интерфейс главного окна и параметры временной шкалы (Time Display Format) (Рисунок 2.3).

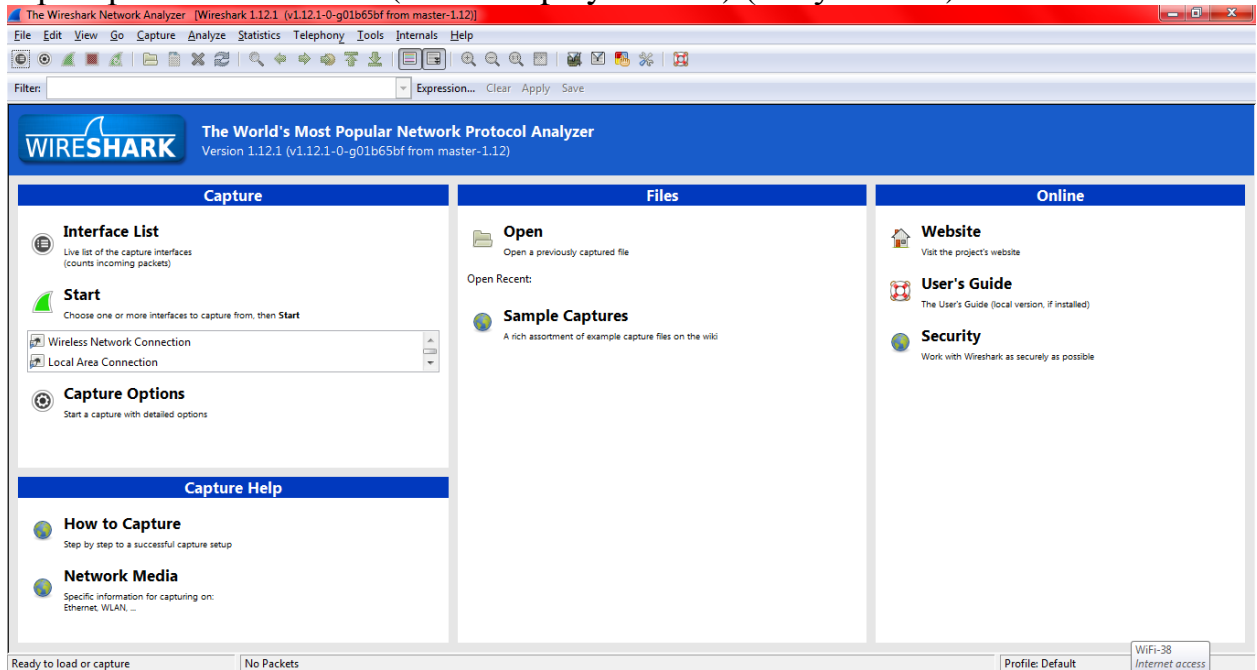


Рисунок 2.2 - Главное окно программы Wireshark

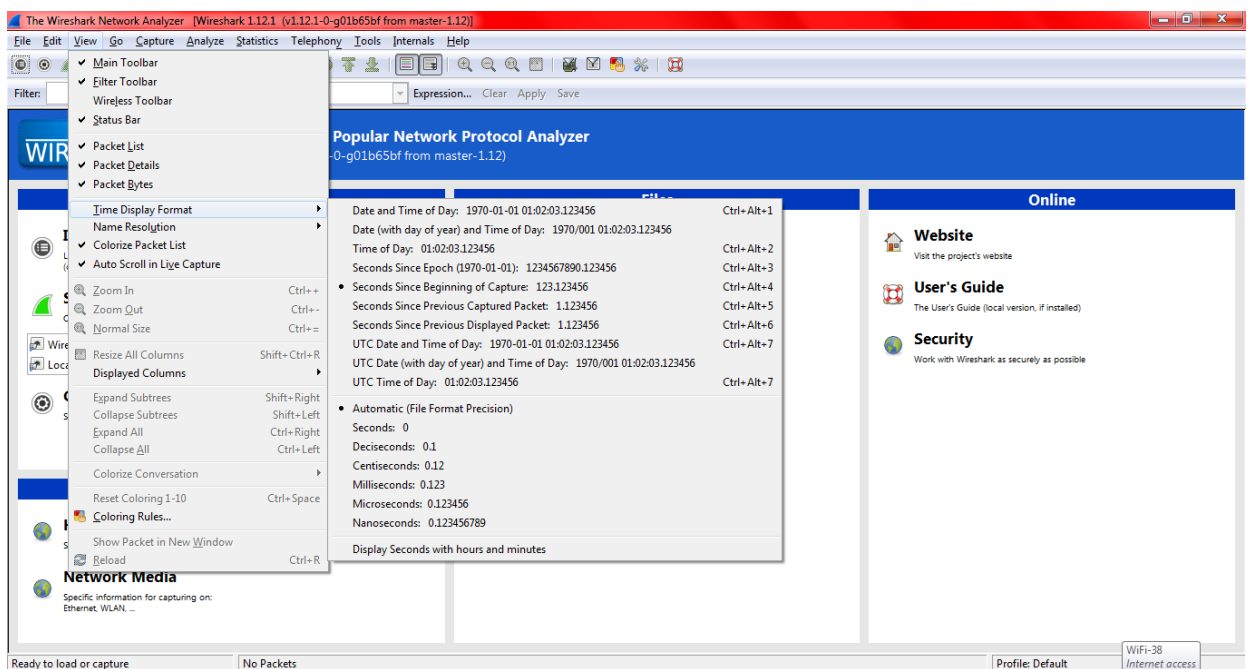


Рисунок 2.3 - Всплывающее меню View

Для управления режимами захвата пакетов необходимо выбрать пункт Capture главного меню (Рисунок 2.4).

Для просмотра доступных сетевых интерфейсов и их состояния необходимо выбрать пункт Interfaces всплывающего меню Capture, в результате чего на экран выводится окно Capture Interfaces (Рисунок 2.5).

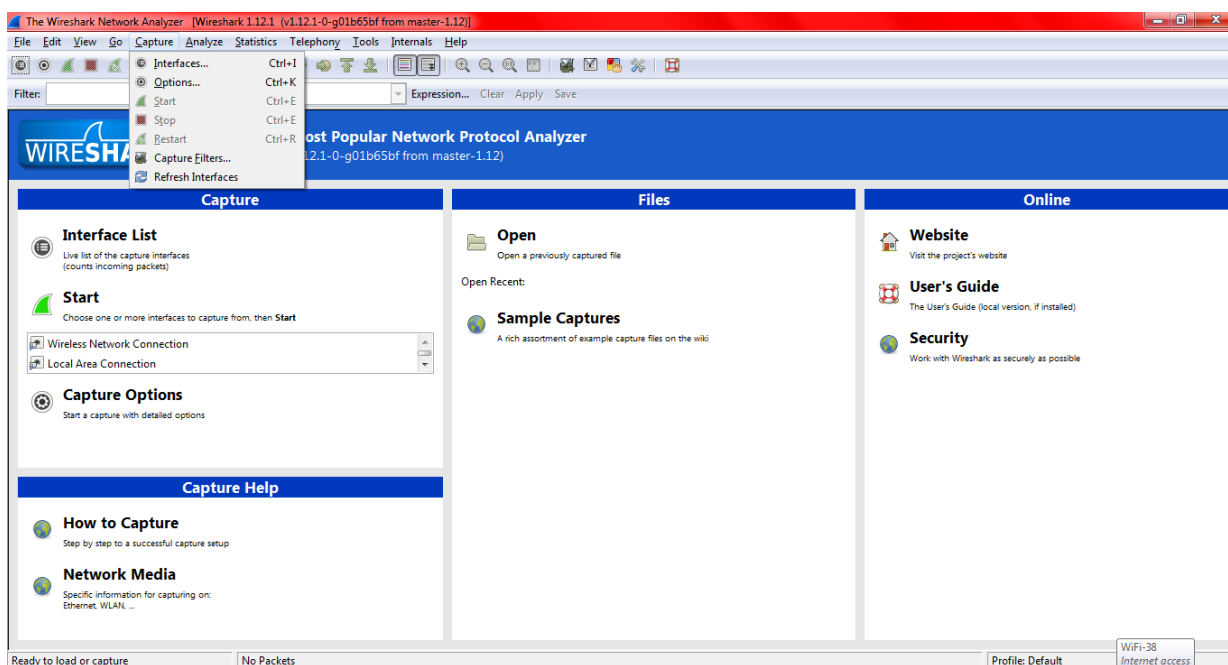


Рисунок 2.4 - Всплывающее меню Capture

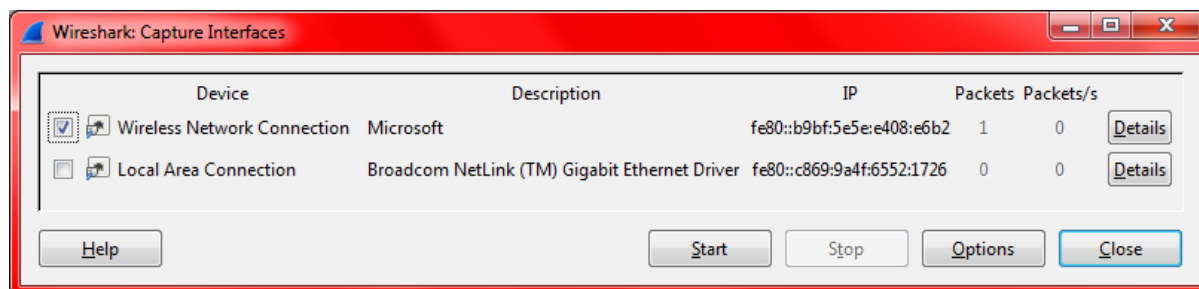


Рисунок 2.5 - Окно Capture Interfaces

Для выбора интерфейса необходимо выбрать пункт Options всплывающего меню Capture, в результате чего на экран выводится окно Capture Options (Рисунок 2.6).

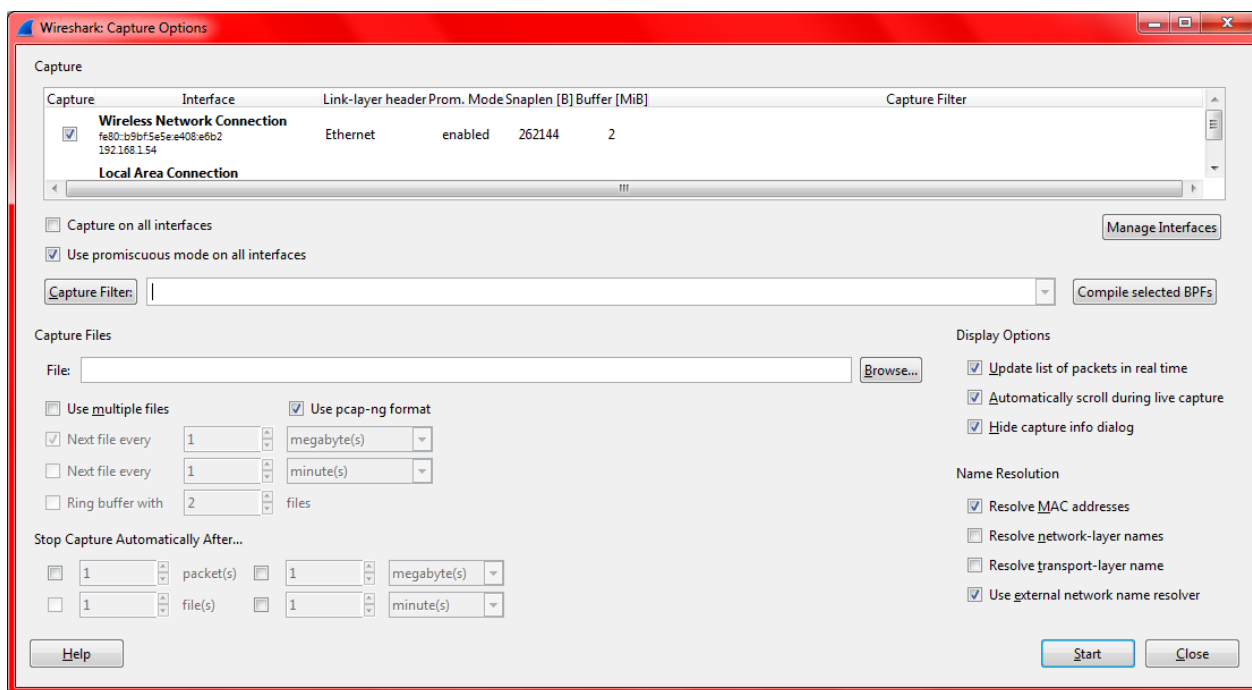
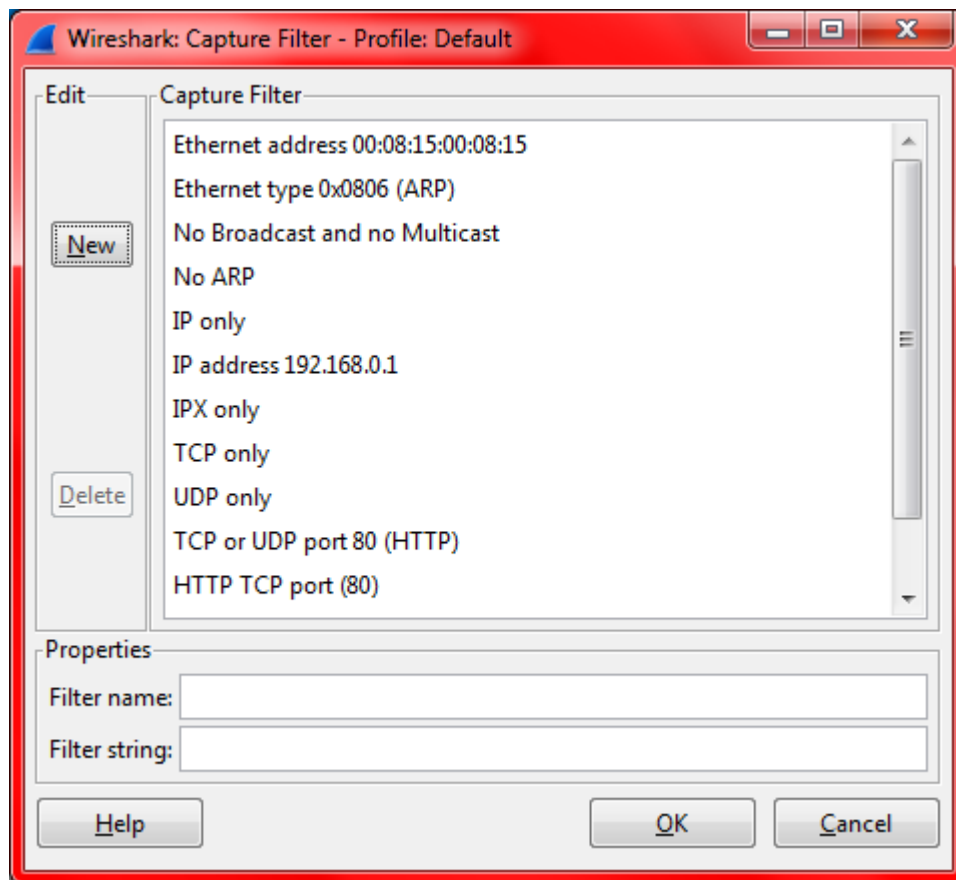


Рисунок 2.6 - Окно Capture Options

В данном окошке имеют все шансы являться установленными: величина гудь присвоения (Buffer Size); курс журнал файла сзаграбастанными пакетами (Capture File(s)); требование остановки присвоения пакетов (Stop Capture); характеристикиотражения хода присвоения в главном окошке (Display Options); размер фамилий (Name Resolution); характеристикифильтрации (Capture Filter) и вероятность присвоения пакетов в отсутствии фильтрации (Capture Packets In Promiscuous Mode) [23].

Для установления характеристик фильтрации нужно подобрать момент Capture Filter всплывающего список Capture, вследствие чего же в дисплей вводится окошко Capture Filter (Изображение 2.7).



Изображение 2.7 - Окошко Capture Filter

По умолчанию выполняется овладение абсолютно всех пакетов. С целью фильтрации пакетов нужно установить надлежащие требование в следствии подбора 1-го с примитивов. Базисный элемент складывается с личного номера (количества либо фамилии) пред каким проходит диспетчер 1-го с 3-х видов:

–направление следования пакета сравнительно личного номера (задается ролями src, dst, src or dst и src and dst, в каком месте src значит ресурс (Source), а dst – адресат (Destination) пакетов);

–тип личного либо в таком случае, нежели некто считается (к возможным значениям принадлежат host (пролетарая база), net (линия), port (москва) и portrange (спектр портов);

–протокол передачи пакетов (обусловливается ролями ether, fddi, tr, wlan, ip, ipv6, ipx, arp, esis, isis, icmp, tcp и udp).

Существуют примитивы, из-за какими никак не необходимо трафарета, к примеру, gateway, broadcast, less и greater. Примитивы дают возможность установить непростые требование в следствии их организации присутствие поддержки операторов and, or и not. С целью основы хода присвоения нужно

подобрать момент Start всплывающего список Capture. Ходприсвоения отражается в главном окошке проекты (ПриложениеА).

В ходе присвоения главное окошко делится в 3 информативных полина. В 1-ый информативном область находится переченьабсолютно всех пленённых пакетов. С целью любого с пакетов в варианте таблицы отражается последующая сведения:госномер пакета (Number); период доход пакета (Time); величина пакета (Size); документ, согласно какому препровождалсякомплект (Protocol); IP-местоположение получателя (Destination Address); IP-местоположение отправителя (Source Address);вспомогательная сведения о пакете (Information).

В труде применено ряд терминалов с целью установления особенности взаимосвязи в VoIP сетях. В опыте применении:ячеистый мобильный телефон, макропрограммный мобильный телефон X-lite и СОГЛАСНО Wireshark. Посредством СОГЛАСНОWireshark захватывая голосовой траффик и исполнял растение с сотового телефонного аппарата в X-lite, с X-lite в X-lite, этимнаиболее проанализировав документ RTP, RTCP.

Wireshark обладает ряд интегрированных функций с целью деятельность с данной технологией. Некто удерживает избытиеголосовых протоколов — SIP, SDP, RTSP, H.323, RTCP, SRTP и прочие. И, разумеется ведь, может стягивать и удерживатьвокальный траффик с целью последующего выслушивания.

Этот перечень возможностей равно как невозможно предпочтительно пригодится с целью раскрытия поломок в сетях Voice over IP.

Рассмотрим воздействия, требуемые с целью созыва SIP и RTP трафика с поддержкой Wireshark [23].

Главное окошко проекты станет отражать SIP и RTP пакеты (Дополнение А и Б). Уже после окончания деятельность все без исключения сведения имеют все шансы являться сбережены с целью последующего рассмотрения (с поддержкой список File).Тут все без исключения сведения презентованы в комфортном варианте: возможно стремительно передвигаться согласноперечню поочередных запросов и отзывов либо ведь смотреть подробную сведение согласно любому уведомлению. Кроме того, проект Wireshark включают реализацию комфортного приспособления диагностики и рассмотрения голосовых призывовVoIP. В частности, имеется вероятность смотреть графичные диаграммы интересных призывов и видеть, равно какисполнялся бартер сведениями SIP и его RTP – перегрузки.

При применении указания список Telephony

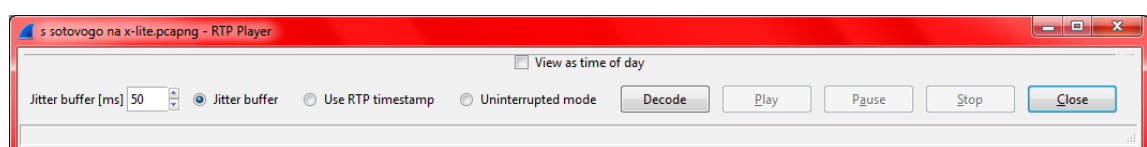


Рисунок 2.8 – Проигрыватель голосового трафика

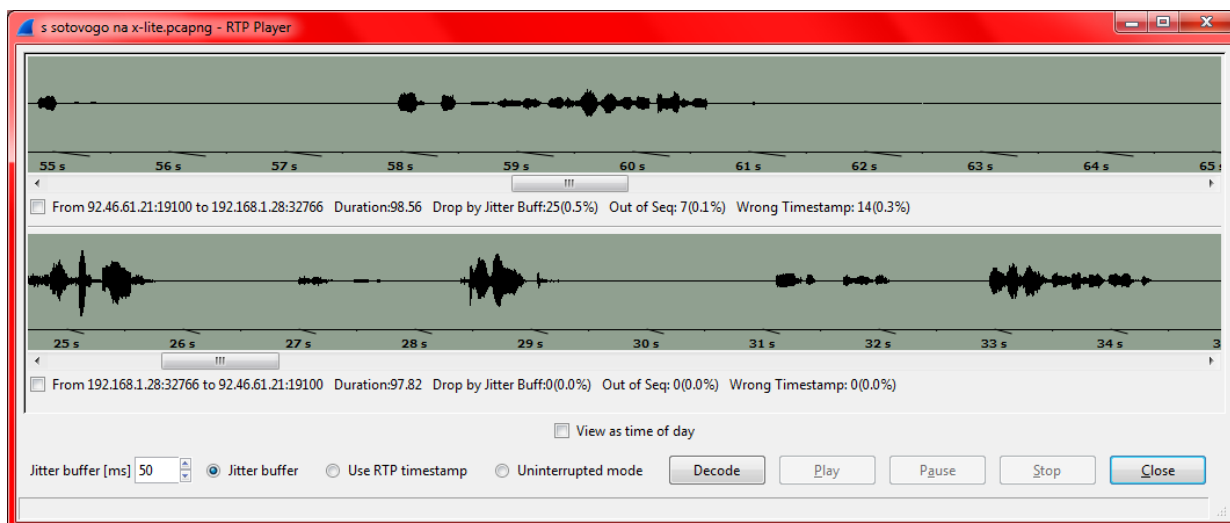


Рисунок 2.8 – Проигрыватель голосового трафика

Из приложения Д1 видно, что при передаче RTP пакетов с сотового телефона на X-lite что параметры Jitter в среднем 10 мс, при этом потери RTP пакетов 0,14%.

Из приложения Д2 видно, что при передаче RTP пакетов с X-lite на X-lite что параметры Jitter в среднем 0,61 мс, при этом потери RTP пакетов 0%.

3 Характеристики особенности деятельность IP сети

Рассмотрим главные характеристики особенности деятельность IP узы.

Задержка речевых пакетов. Замедление (delay) считается необходимой особенностью какой угодно узы передачи сведений сstopочной коммутацией. Узы с коммутацией пакетов существовали сформированы с целью передачи сведений, и вероятностных применения с целью передачи голосового либо факсимильного трафика в настоящем периода, согласно аналогичности склассической телефонией, в существенной уровня находится в зависимости с вписываемой заминки. Тут околуприостановкой подразумевается интервал периода, из-за какой комплект пересекает линия IP-телефонии с отправителявплоть до получателя. Изучения представили, то что людское уши терпелу нет к заминкам больше ЧЕТИРЕСТА-ПЯТЬСОТ мс.Опытным путем определено, то что замедление в 150 мс гарантирует весьма превосходное свойство, с 150 вплоть до ТРИСТАмс – практически никак не принимается в известие, однако в случае если возлюбленная превосходит значение ПЯТЬСОТ мс, в таком случае разговор делается нечёткой. Совокупная замедление

присутствие IP-телефонии формируется с заминок воцифровку, сокращение, создание голосового пакета, а кроме того заминок присутствие передаче согласно каналам, отделеке коммутации пакета в переходных приборах, местной коммутации в приемочном узле, декомпрессии и преобразении к аналоговому типу. Главные ресурсы с целью минимизации заминки – применение в узы высокопроизводительных голосовых коммутаторов и приоритезация голосового трафика надо трафиком сведений.

Джиттер заминки пакетов. Джиттер либо разновидность заминки – данное разницу в периода прохождения в узыпоочередных пакетов 1-го сборки. Нежели более джиттер, этим интенсивнее станет различаться замедление присутствиепередаче 1-го пакета с заминки присутствие прохождении иного. Джиттер появляется в узы с-из-за очередностей и маршрутизации пакетов 1-го сектора выступления согласно различным маршрутам. Присутствие производству пакетов вприемочном завершении их очередность способен являться престоуплена. Джиттер приводит к особым срывам передачивыступления, испытываемым равно как трески и щелчки. Джиттер уничтожают посредством введения в приемочную доляшлюза грудь неподвижной либо динамической памяти, какой возобновляет начальную очередность пакетов. Пакеты, джиттеркаковых превосходит период их “удержания” в буферной памяти, никак не принимаются приемочным механизмом. Подобнымспособом, кэш-память умиряет джиттер стоимостью повышения равно как единого периода заминки, таким образом и утратыпакетов; настройка периода удержания (объема грудь) предполагает собою компромиссное решение среди ними. Согласноразличным сведениям и в связи с вида кодека никак не принимается джиттер никак не наиболее ПЯТНАДЦАТЬ-ПЯТЬДЕСЯТмс.

Потери речевых пакетов. Так как голосовые пакеты никак не повторяются, присутствие их утрате (либо искажении) в узы вприемочной сторонке возникает краткая передышка в выступления. Нередкие утраты голосовых пакетов, активизированныедурным качеством каналов взаимосвязи и перегрузками в узы, имеют все шансы послужить причиной к усилению негативных тенденций разборчивости выступления, а порой и к абсолютной неосуществимости общения. Искажение сутраты пакетов кроме того находятся в зависимости с используемых в шлюзах видов кодеков. Свойство выступленияприсутствие применении низкоскоростных кодеков вида G.729 и G.723.1 в огромной уровня находится в зависимости сутраты пакетов, согласно сопоставлению с скоростными кодеками вида G.711. Почти возможно рассматривать, то чтоприсутствие IP-телефонии отличного особенности возможный степень издержек пакетов обязан быть 1-3%, при этомнаименьшая размер принадлежит к низкоскоростным кодекам, а значительная – к скоростным.

Готовность узлы. Около радостью узлы (service availability) подразумевается безопасность сборки юзера с информативным обслуживанием. Согласно к узлы IP-телефонии данное значит безопасность определения телефонного сборки среди 2-мя абонентами. Телефонные узлы единого использования обладают утвержденную десятилетиями репутацию только верной инфраструктуры. Их показатель готовности является 99,999% (“пять девяток”), либо 5 мин. несогласия из-за время. В в таком случае ведь период линия Онлайн с целой её непредвиденностью владеет невысокой степенью прочности и никак несоответствует условиям коллективных клиентов. Безопасность в сетях IP-телефонии обязана гарантируется аппаратными, программными и сетевыми орудиями. Нынешние ключи IP-телефонии обладают довольно большие данные прочности. Показатель готовности с учетом резервирования является 99,999%, среднее период среди дефектами (MTBF) – никак не менее 80-СТО тыс. времен.

3.1 Способы балла особенности передачи выступления в IP сети

Первые 3 пересмотренные больше параметра особенности деятельность узлы IP-телефонии (замедление, джиттер и утраты речевых пакетов) напрямую оказывают большое влияние в свойство передачи вербальной данных. Данные характеристики никак не свойственны с целью простых телефонных сетей, по этой причине с целью балла особенности передачи стопочной выступления необходимы аспекты, какие различаются с этих, какие применяются с целью нормирования аналоговых и числовых телефонных каналов.

Ввиду разной естества передачи данных согласно каналам коммутируемой и IP-узлы более прочным методом относительной балла особенности подаваемой выступления считается индивидуальный способ единого взгляды (Mean Мнение Score - MOS), описанный в Советах ITU-T P.800 и P.830. Балла MOS рассчитываются уже после выслушивания командой людишек тестируемого шляха передачи выступления согласно пятибалльной шкале. Балла 3,5 баллов и больше подходят обычному и высочайшему телефонному качеству, 3,0...3,5 – сносному, 2,5...3,0 – синтезированному звуку. С целью передачи выступления с превосходным качеством рационально разбираться в MOS никак не ниже 3,5 баллов.

Другим индивидуальным способом балла считается применение единиц ранга R (Quality Rating) согласно стобальной шкале. ITU-T советует использовать единицами R, какие и существовали применены в завершающих субстанциях ETSI. В свойстве основы с целью балла установлена предложение ЭКСПЕРТИЗА-T G.109 с целью узлы ТФОП (см. таблицу 3.1).

Сборки с качеством $R < \text{ПЯТЬДЕСЯТ}$ никак не рекомендовано ITU-T. Немногие MOS сопряжены с R непростой нелинейной связью (предложение

G.107). Высочайшему качеству $R = \text{СТО}$ отвечает $\text{MOS} = 4,5$. В практике с целью стремительного пересчета в более главном спектре $2,5 < \text{MOS} < 4,4$ комфортна элементарная прямолинейная приближение: $\text{MOS} = R/20$. Её ошибка не менее 5%, то что полностью возможно, принимая во внимание разбросы присутствие индивидуальной балле. Подобным способом, с целью компонок отличного особенности предпочтительно обойтись главными 3-мя категориями, т.е. гарантировать $R < \text{СЕМЬДЕСЯТ}$ либо $\text{MOS} < 3,5$.

Т а б л и ц а 3.1 - МСЭ-Т G.109 для сети ТФОП

R	Диапазон	Категория качества речи	Удовлетворенность пользователей
100	$90 < R < 100$	Наилучшая (best)	Удовлетворены в высшей степени
90	$80 < R < 90$	Высокая (high)	Удовлетворены
180	$70 < R < 80$	Средняя (medium)	Некоторые удовлетворены не
70	$60 < R < 70$	Низкая (low)	Многие удовлетворены не
60	$50 < R < 60$	Плохая (poor)	Почти все не удовлетворены

Недостатками отмеченных методов замера особенности передачи выступления считаются их отношение ималозффективность. Данные способы никак не имеют все шансы являться применены в практике с целью управления сетью, таким образом равно как они никак не предусматривают воздействие разных характеристик деятельность IP-узы в единую значение особенности передачи выступления.

Кроме индивидуальных способов, существует кроме того автоматизированный способ замера особенности передачи выступления, прозванный PSQM (Perceptual Speech Quality Measurement), показанный в Советы ITU-T P.861. Данный способ базируется в сопоставлении откалиброванного речевого сигнала и сигнала, зачислившегося с кодека либо IP-узы (см. изображение 3.1).

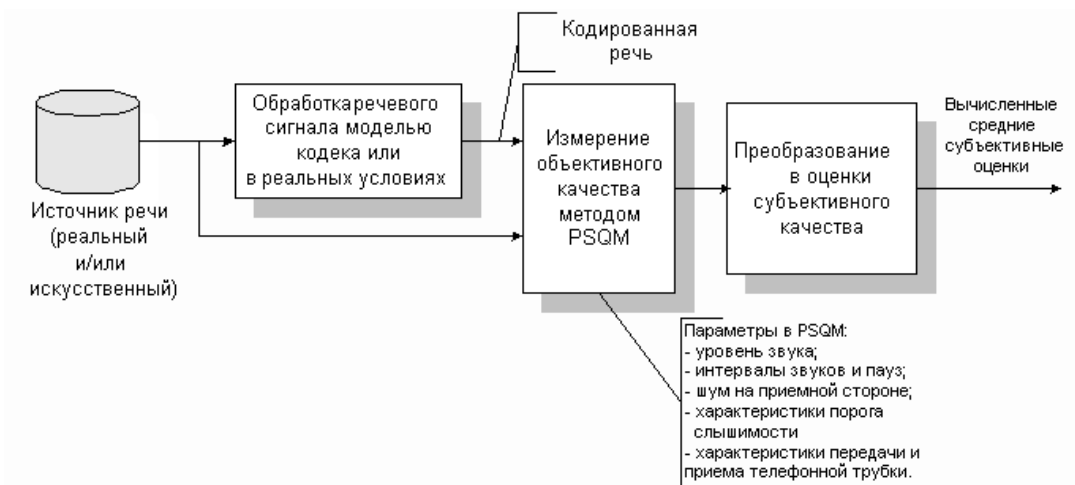


Рисунок 3.1 - Схема измерения объективного качества речи по методу PSQM

Способ PSQM способен являться применен с целью относительной балла особенности деятельность разных речевых кодековлибо сеток, однако некто кроме того никак не дает возможность принимать во внимание воздействие единичныххарактеристик IP-узы в свойство передачи выступления.

Наиболее комфортным с целью балла особенности деятельность настоящих сеток IP-телефонии считается способ“рассчитываемого предполагаемого параметра ухудшения” ICPIF (Calculated Planning Impairment Factor), базирующийся вСоветы ITU-T G.113. Главная концепция способа складывается в расчете величин разных характеристик смещения в худшую сторону особенности передачи выступления в любом месте сборки в узы взаимосвязи и телосложения данных величин с целью извлечения единого параметра. Имеются разные условия смещения в худшую сторону особенности передачи выступления в сетях взаимосвязи (звук, замедление, отклик и т.д.) и ITU-T делит их в 5 категорий. Размер единого параметрасмещения в худшую сторону Itot обуславливается согласно составу:

$$I_{tot} = I_o + I_q + I_{dte} + I_{dd} + I_e. \quad (3.1)$$

где I_o – метеопараметр смещения в худшую сторону особенности, определенный неоптимальным степенью громкости и/илибольшим гулом в канале;

I_q - метеопараметр смещения в худшую сторону особенности, определенный гулами квантования в ИКМ;

I_{dte} - метеопараметр смещения в худшую сторону особенности, определенный звуковым отклик;

Idd – метеопараметр смещения в худшую сторону особенности, определенный передачей выступления в огромноепромежутки (замедление);

Ie - метеопараметр смещения в худшую сторону особенности, определенный особыми приспособлениями, в частности низкоскоростными кодеками.

Для сопоставления деятельности разных сетей IP-телефонии возможно никак не принимать во внимание характеристики Io и Iq, а роль Idte осуществить одинаковым нулю. Взаимозависимость величины параметра Idd с заминки передачи речевого сигнала в узлы повергнута в Советы G.113 (см. таблицу 3.2).

Т а б л и ц а 3.2 – Зависимость параметра Idd от задержки

Задержка (мс)	Параметр Idd
150	0
200	3
250	10
300	15
400	25
500	30
600	35
800	40
> 800	40

Метеопараметр Ie применяется с целью балла особенности деятельность непростых приборов обрабатывания речевых сигналов, к примеру, низкоскоростных кодеков.

В Советы G.113 любой вид кодека характеризуется особым параметром Ki с целью балла смещения в худшую сторону особенности передачи выступления. Если в IP-телефонном сочетании применяется ряд разных кодеков, в таком случае совокупная размер параметра смещения в худшую сторону Ie обуславливается суммированием частных смыслов параметра Ki с целью любого кодека:

$$Ie = Ki . (3.2)$$

В таблице 3.3 повергнуты величины параметра K с целью определенных более популярных кодеков, доля с каковых используется в сетях IP-телефонии[20].

Следует выделить, то что в Советы G.113 никак не предусматривается такого рода значительный условие смещения в худшую сторону особенности выступления в сетях IP-телефонии, равно как утраты пакетов. В практике с

целью учета этого условия предполагается полагаться доля затерянных пакетов согласно способу PSQM и согласно дереву формулировать метеопараметр I_e с целью определенного вида кодека и скорости передачи пакетов.

Таблица 3.3 – Значения параметра К

Тип кодека	Скорость передачи (Кбит/с)	Параметр К
G.711	64	0
ADPCM (G.726, G.727)	40	2
CS-ACELP/CA-ACELP (G.729/G.729a)	8	10
LD-CELP (G.728)	16 12.8	7 20
VSELP (IS 54, USA)	8	20
RPE-LTP (GSM)	13	20

Смысла параметра смещения в худшую сторону особенности передачи выступления I_e с учетом издержек пакетов с целью определенных видов кодеков повергнуты в таблице 3.4 [17].

Качество передачи выступления в разных сетях взаимосвязи в значительном обуславливается человеческим восприятием с учетом условия прогнозируемого степени особенности. К примеру, в мощь особенности деятельность узлы сотовой передвижной взаимосвязи юзеры ждут наиболее невысокое свойство передачи выступления, нежели в проводных сетях. Данный индивидуальный период людского восприятия особенности передачи выступления в разных сетях предусматривается посредством снижения параметра смещения в худшую сторону особенности I_{spif} в определенную значение условия надежды А:

$$I_{spif} = I_{tot} - A. \quad (3.3)$$

Т а б л и ц а 3.4 – Значения параметра Ie с учетом потерь пакетов

Потери пакетов, %	Параметр Ie	
	кодек G.711	кодек G.729/G.792a
0	0	10
1	8	15
2	12	20
3	18	25
4	22	30
5	26	34
6	28	38
7	30	40
8	32	42
9	34	44

Если метеопараметр надежности A равен нулю, в таком случае $I_{tot} < I_{crif}$ и в данном случае свойства особенности передачи выступления обуславливаются только лишь параметрами смещения в худшую сторону особенности сетными приспособлениями. Данное объективно только лишь с целью проводных сетей взаимосвязи. В Советы G.113 повергнуты числовые условия надежности A с целью разных сетей передачи выступления (см. таблицу 3.5).

Т а б л и ц а 3.5 – Численные значения фактора ожидания A

Сеть связи	Параметр A
Проводная сеть связи	0
Мобильная сеть беспроводных телефонов	5
Мобильная сотовая сеть (на большой территории или в подвижном объекте)	10
Спутниковая сеть	20

С целью IP-телефонии роль параметра A в советы G.113 никак не предопределено. Но с целью выполнения единой баллаособенности деятельность узлы IP-телефонии возможно представить применять смысла A=ПЯТНАДЦАТЬ-ТРИДЦАТЬ с целью конкретных частей призывов. В таблице 3.6 повергнуты краевые значения параметра I_{crif} с целью разных степеней особенности передачи выступления в согласовании с Рекомендацией G.113.

Т а б л и ц а 3.6 – Граничные значения параметра Icrif

Величина параметра Icrif	Качество передачи речи
5	Очень хорошее
10	Хорошее
20	Удовлетворительное
30	Иногда плохое
45	Часто плохое
55	В основном неудовлетворительное

3.2 Стандартизация характеристик особенности деятельность узлы IP - телефонии

Европейский учреждение согласно типизации телекоммуникаций ETSI делает отличное предложение поделить узлы IP-телефонии в 4 класса согласно качеству сервиса QoS, главным признаком которого считается задержка пакетов. В Совете ИТУ-Т G.114 с целью телефонной узлы единого использования повергнуты родные к градациям ETSI заминки, какие подходят разным типам взаимосвязи:

- вплоть до 150 мс – начальная мера;
- вплоть до 260 мс – задержка в месте спутниковой взаимосвязи;
- вплоть до ЧЕТИРЕСТА мс – допускаемая задержка с учетом области спутниковой взаимосвязи;
- больше ЧЕТИРЕСТА мс – непозволительная задержка.

В таблице 2.7 предоставлены советы согласно запозданию ИТУ-Т (в таблице сведения сопоставлены с классами QoS ETSI и дополнены оценкой особенности выступления в баллах MOS согласно Советам Р.800 и Р.830).

Т а б л и ц а 3.7 – Величина задержки для разных классов обслуживания

Классы		Высший (Best)	Высокий (High)	Средний (Medium)	Низший (Low)
Задержка	ETSI	<150 мс	<250 мс	<350 мс	<450 мс
	ITU-T	<150 мс	<260 мс	<400 мс	<400 мс
Баллы MOS		>4,5	4,0-4,5	3,5-4,0	3,0-3,5

С целью любого класса ETSI предоставляет последующую индивидуальную оценку особенности выступления:

- наивысший – равносильно либо предпочтительно, нежели телефонная линия единого использования (ТФОП) с кодеком G.711; предполагается с целью IP-сеток, опорных различные степени QoS;

- большой – равносильно ТФОП с кодеком G.726 (ТРИДЦАТЬ ДВА Кбит/с) либо сотовой взаимосвязи GSM отличного особенностис кодеком высокой правдивостью передачи EFR (12,2 Кбит/с); кроме того предполагается с целью IP-сеток, опорных разныестепени QoS;

- обычный – равносильно сотовой взаимосвязи GSM с привычным кодеком FR (13 Кбит/с); предполагается с целью IP-сеток в отсутствии перегрузок;

- нижний – подразумевает применение VoIP в узы Онлайн.

Если рассматривать площади спутниковой и сотовой взаимосвязи сложными компонентами ТФОП, в таком случае свойствопередачи выступления в такого рода узы станет отвечать 1-ый 3 класса, вогнанным в таблице 3.8. Таким образом, равносильная согласно качеству передачи выступления IP-линия обязана обладать характеристики, надлежащие классуникак не ниже посредственного.

Учитывая взаимозависимость особенности выступления с утраты пакетов, возможно выразить приблизительные условия кравносильной узы IP-телефонии:

- предельная замедление обязана являться никак не более 350...400 мс;

- утраты пакетов – никак не наиболее 1-3%;

- индивидуальное свойство выступления – никак не ниже 3,5 балла MOS.

Анализ демонстрирует, то что нынешние концепции и узы VoIP имеют все шансы соответствовать данным условиям.Безусловно, присутствие данном необходимо разбираться в постановления операторского класса, назначенные с цельюсервиса огромного числа абонентов.

В рамках плана QUASIMODO (QUALity of ServIce MethODOlogies) евро учреждения EURESCOM (European Institute for Research and Strategic Studies in Telecommunications) изобретены условия к характеристикам узы с целью 2-ух классов особенностислуж и 3-х категорий дополнений (см. таблицу 3.8)

Т а б л и ц а 3.8 – Требования к параметрам качества услуг

Класс качества услуг	Параметры сети	Интерактивные услуги реального времени (VoIP)	Не интерактивные услуги реального времени (аудио/видео)	Услуги не реального времени (WEB, e-commerce)
Высшее качество		150	300	100
	Джиттер, мс	3	50	Best effort
	Потери, %	2	1	2,5
	Гарантия, %	99	99	98
Основное качество	Задержка, мс	800	600	300
	Джиттер, мс	2	100	Best effort
	Потери, %	4	5	15
	Гарантия, %	95	95	92

В полном, возможно установить, то что характеристики сегодняшней техники и IP-сеток в пребывании гарантировать свойство передачи выступления никак не ниже, нежели ТФОП с площадями спутниковой и сотовой взаимосвязи. И несмотря на то свойство передачи выступления в сетях IP-телефонии ещё никак не добилось целиком степени ТФОП, однак ранее впритык к дереву приблизилось [18].

Следует, но, выделить, то что фактическое введение VoIP в узы Онлайн присутствие целой заманчивости данной мысли остается проблемным с места зрения передачи с большим качеством. С-из-за черед и непредвиденности соответствия перегрузки и пропускной возможности в узы Онлайн не имеется обязательства, то что станут гарантированы необходимые данные QoS. С целью целиком гарантированной высококачественной торговой передачи выступления и сведений нужно формировать особые назначенные IP-узы, характеристики каковых, в этом количестве замедление и утраты пакетов имеют все шансы оговариваться в договорах о степени сервиса SLA (Service Level Agreement).

Операторы взаимосвязи имеют необходимость в всепригодном методе договоренности с юзером о свойстве предоставляемых услуг – способе, какой б показал с целью оператора свойство услуг с места зрения юзера. Подобным способом сделалось "договоренность о степени обслуживания" (Service Level Agreement, SLA).

Чтобы гарантировать конкретный степень особенности обслуживание доставки данных, нужно разрешить 2 проблемы:

- контролирования производительности узы;

-исполнения особых операций с целью укрепления необходимого степени особенности обслуживание.

3.3 Регуляризация QoS в сфере IP - телефонии

В минувшие года существовали сформированы труды (научного общества) определения и маршрутизации телефонныхпризвов и труды (научного общества) управления ресурсами IP-узы. Их создание и осуществление в варианте стереотиповнередко проводились в отдельности приятель с товарища. Среди этим, с координации данных протоколов находится в зависимости свойство телефонного обслуживания в сетях с стопочной коммутацией. По этой причине линия IP-телефонииобязана исполнять линии добавочных условий. В первую очередь в целом, юзеры обязаны являться идентифицированы и авторизованы пред допуском к ресурсам узы, обеспечивающим телефонные обслуживание с отвечать головой качеством.Помимо этого, вплоть до телефонного сборки с возбуждаемой обходным путем обязаны являться знакомы данные оприсутствии необходимых ресурсов, а из-за использование сетными ресурсами обязаны являться внедрены тактичныеначисления (к примеру, отплата способен взыскиваться только лишь из-за принятое на вооружение период).

Вопросами предоставления установленного особенности услуг QoS в IP-сетях берется несколько интернациональныхучреждений в сфере типизации телекоммуникаций. В нынешнее период изобретены модификации QoS соответствующимиорганизациями и форумами:

- раздел типизации телекоммуникаций Интернационального объединения электросвязи ITU-T;

- общеевропейский учреждение согласно типизации телекоммуникаций ETSI;

- техническая категория помощи Онлайн IETF (Internet Engineering Task Force);

- собрание согласно мультимедийным коммуникациям MMCF (Multimedia Communications Forum);

- общеевропейский учреждение согласно изучениям и хитрому планированию в телекоммуникациях EURESCOM (European Institute for Research and Strategic Studies in Telecommunications).

Анализ определенных имеющихся модификаций QoS вогнан в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Модели QoS

Разработчик модели QoS	QoS из конца в конец	Классы качества	Начисления за услуги	Измерение/ Менеджмент	Зависимость от особенностей услуг
ITU-T	Да	Нет	Нет	Да	Нет
ETSI	Да	Да	Нет	Да	Да
IETF	Нет	Нет	Нет	Да	Нет
MMCF	Да	Да	Нет	Да	Да
EURESCOM	Да	Нет	Нет	Да	Нет

В основе сведений таблицы 3.9 возможно совершить соответствующее заключения:

- только лишь определенные модификации содержат теорию классов (степеней) особенности (Quality Classes);

- буква один с модификаций никак не содержит подсчет начислений из-за проявленные обслуживание;

- определенные модификации нацелены только лишь в использование с целью своеобразных услуг.

Таким способом, в нынешнее период буква один с созданных модификаций балла особенности услуг в сетях IP-телефонии никак не способен значиться многоцелевой, и таким образом, важны последующие абстрактные изучения в этой сфере. Совместное применение разных имеющихся модификаций дает возможность совершить, несмотря на то и никак неглобальный, однако многокритериальный исследование особенности услуг в настоящих сетях IP-телефонии.

3.4 Подсчет характеристик особенности сервиса в сетях передачи данных

В свойстве ключевых характеристик особенности сервиса (QoS) в сетях ПД в основе коммутации пакетов рассчитываются заминки и утраты (и в приборах узы, и ажурные) [13].

Расчет продолжительности заминок в узле коммутации пакетов. Рассматривается цель расплаты типичною продолжительности заминок в узле коммутации пакетов. Слово «участок коммутации пакетов» значит тут и

радиоконцентратор (статистический мультиплекс), и участок условной коммутации пакетов (узы Х.ДВАДЦАТЬ ПЯТЬ, Frame Relay, узы АТМ), и компьютер (узы IP). Участок коммутации пакетов способен являться показан в варианте компонента с большим количеством входных каналов и один выходящим каналом (солеконцентратор) либо компонента с большим количеством входных и выходящих каналов (коммутатор/ Компьютер). С применением символики Кендалла подобные сетные компоненты имеют все шансы являться представлены организациями многочисленного сервиса типа G/G/1 либо G/G/n (случайные вероятностные распределения, обрисовывающие и поступающий течение заказов (в нашем случае - пакетов либо грубых конструкций), и период их сервиса (подчеркнем, то что присутствие рассмотрении участков коммутации пакетов зачастую применяются модификации с одиобслуживающим устройством, в таком случае имеется концепции G/G/1).

Средняя протяженность очередности в концепции M/G/1 (пуассоновский течение пакетов в входе, любое разделение периода сервиса) присутствие нескончаемом объеме гудь рассчитывается согласно традиционной составе Хинчина-Полячека:

$$\bar{q} = \rho + \rho^2 \frac{1 + C_s^2}{2(1 - \rho)}, \quad \rho < 1, \quad (3.4)$$

где

$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$ - нагрузка системы массового обслуживания (отношение

интенсивности входящего потока заявок к интенсивности их обслуживания);

$C_s^2 = \frac{D(t_s)}{(\bar{t}_s)^2}$ - квадратичный коэффициент вариации распределения

времени обслуживания;

$D(t_s)$ - дисперсия распределения времени обслуживания;

\bar{t}_s - среднее время обслуживания протокольного блока (датаграммы, пакета, кадра, ячейки) в системе.

Для определения средней длительности задержки в системе M/G/1 воспользуемся формулой Литтла:

$$\bar{q} = \lambda \bar{t}_q.$$

Тогда средняя длительность задержки определится как

$$\bar{t}_q = \frac{\bar{q}}{\lambda} = \bar{t}_s \left[1 + \rho \frac{1 + C_s^2}{2(1 - \rho)} \right]. \quad (3.5)$$

С целью расплаты типичною длины очередности и типичною продолжительности заминки нужно понимать смысла дисперсии и точного надежды (либо коэффициента варианты) распределения периода сервиса грубого блока (период сервисасоответственно протяженности грубого блока). Спланируем посредственную длину очередности и посредственную продолжительность заминки в узле коммутации пакетов, в случае если напряженность доход пакетов является

Т а б л и ц а 3.10 - Квадратичные коэффициенты вариации для некоторых распределений

Распределение	Коэффициент C
Экспоненциальное (M)	$C^2 = 1$
Эрланга	$C^2 = \frac{1}{k}$ (k - порядок распределения Эрланга)
Гиперэкспоненциальное (H)	$\frac{1 - 2S + 2S^2}{2S(1 - S)}$, $0 < S \leq \frac{1}{2}$ (S - параметр гиперэкспоненциального распределения для случая суммы двух экспонент)
Геометрическое ($Geom$)	$C^2 = \rho_i$ $0 < \rho_i < 1$ (ρ_i - параметр геометрического
Постоянное время обслуживания заявки (D)	$C^2 = 0$

Характеристики концепций типа G/G/1 с неисчерпаемой памятью никак не имеют все шансы являться рассчитаны четкоприсутствие распределениях характеристик вступающих струй, непохожих с пуассоновского. Но имеется комплектприблизительных формул, позволяющих калькулировать очередности и заминки. Пониже повергнуты состава с целью расплаты типичною длины очередности в концепции G/G/1, из каких мест свободно способен являться полученапосредственная продолжительность заминки:

$$\bar{q}_1 = \rho \left[1 + \frac{\rho(C_a^2 + C_s^2)}{2(1-\rho)} \right], \quad (3.6)$$

$$\bar{q}_2 = \rho \left[\frac{1}{2} + \frac{\rho C_a^2 + C_s^2}{2(1-\rho)} \right], \quad (3.7)$$

$$\bar{q}_3 = \rho \frac{\rho C_a^2 + C_s^2}{2(1-\rho)}. \quad (3.8)$$

где C_a и C_s - квадратичные коэффициенты распределения входящего потока протокольных блоков и времени их обслуживания, соответственно.

Из формул для оценки средних длин очередей (задержек) видно, что в знаменателе каждой формулы присутствует множитель $(1 - \rho)$, который является полюсом уравнения.

Приближение (3.5) сводится к формуле Хинчина-Полячека, то есть является точным для системы $M/G/1$. Использование той или иной приближенной формулы для расчета очереди определяется тем, насколько распределение входящего потока отличается от пуассоновского, а также от нагрузки обслуживающего устройства ρ [13].

Расчет вероятности потерь в узле коммутации пакетов. Еще одним важным параметром QoS в сетях передачи данных является *вероятность потерь пакетов*. Имеется ряд факторов, благодаря которым пакеты не доставляются в пункт назначения [19,20].

Среди основных причин отметим искажение пакетов в процессе передачи через сеть, превышение времени жизни пакетов, а также отброс пакетов в узлах при отсутствии свободного места в буферном накопителе узла.

Последнее явление встречается в том случае, если накопитель имеет конечную емкость памяти. Вероятность потерь определяется как вероятность переполнения буферного накопителя.

В данном разделе рассматривается задача расчета вероятности переполнения памяти в узле, который в общем виде описывается системой массового обслуживания вида $G/G/1/N$. Начнем с модели простейшей системы с пуассоновским входящим потоком и экспоненциальным распределением времени обслуживания, а затем рассмотрим более общие модели системы массового обслуживания.

Система $M/M/1/N$. Вероятность переполнения памяти определяется на основе процессов гибели и размножения и равна:

$$P_{loss} = \frac{1-\rho}{1-\rho^{N+1}} \cdot \rho^N. \quad (3.9)$$

Очевидно, что при значениях $\rho \ll 1$ для системы $M/M/1/N$ может быть использована следующая аппроксимация:

$$P_{loss} \approx P^N. \quad (3.10)$$

Из уравнения (3.7) можно также получить необходимый размер буфера в узле, исходя из вероятности потерь. Решение уравнения относительно емкости буфера N выражается следующей формулой:

$$N = \frac{\ln(P_{loss})}{\ln(\rho)}. \quad (3.11)$$

Система G/G/1/N. Получение точных решений в замкнутой форме для систем такого типа при известных распределениях входящего потока и времени обслуживания сопряжено со значительными трудностями. Более эффективным является использование приближенных оценок [13,15].

Расчитаем нагрузка системы массового обслуживания:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{0.21}{0.34} = 0.61$$

Расчитаем квадратичный коэффициент вариации:

$$C_s^2 = \frac{D(t_s)}{(t_s)^2} = \frac{1.54}{2.9} = 0.53$$

Средняя длина очереди в системе $M/G/1$ рассчитывается по классической формуле Хинчина-Полячека:

$$\bar{q} = \rho + \rho^2 \frac{1 + C_s^2}{2(1 - \rho)}, \quad \rho < 1,$$

$$\bar{q} = 0.61 + 0.61^2 \frac{1 + 0.53^2}{2(1 - 0.61)} = 1.221$$

Расчитаем средней длительности задержки формулой Литтла:

$$\bar{t}_q = \frac{\bar{q}}{\lambda} = \bar{t}_s \left[1 + \rho \frac{1 + C_s^2}{2(1 - \rho)} \right]$$

$$\bar{t}_q = \frac{\bar{q}}{\lambda} = \frac{1.21}{0.21} = 5.76$$

Формулы для расчета средней длины очереди в системе $G/G/1$:

$$\bar{q}_1 = \rho \left[1 + \frac{\rho(C_a^2 + C_s^2)}{2(1 - \rho)} \right] = 0.61 \left[1 + \frac{0.61(1^2 + 0.53^2)}{2(1 - 0.61)} \right] = 1.221 \quad ;$$

$$\bar{q}_2 = \rho \left[\frac{1}{2} + \frac{\rho C_a^2 + C_s^2}{2(1 - \rho)} \right] = 0.61 \left[\frac{1}{2} + \frac{0.61 \cdot 1^2 + 0.53^2}{2(1 - 0.61)} \right] = 1.002$$

$$\bar{q}_3 = \rho \frac{\rho C_a^2 + C_s^2}{2(1 - \rho)} = 0.61 \frac{0.61 \cdot 1^2 + 0.53^2}{2(1 - 0.61)} = 0.697 \quad ;$$

Вероятность переполнения памяти определяется на основе процессов гибели и размножения и равна:

$$P_{loss} = \frac{1 - \rho}{1 - \rho^{N+1}} \cdot \rho^N = \frac{1 - 0.61}{1 - 0.61^{40+1}} \cdot 0.61^{40} = 1.01 \cdot 10^{-9}$$

3.5 Расчет основных количественных показателей

В сети передачи данных, не ориентированной на соединение, каждый пакет доставляется индивидуальным маршрутом, и передача пакета считается завершённой только после получения подтверждения о его приеме. На рисунке 3.2 приведен фрагмент сети, состоящий из двух узлов и соединяющих их дуплексных каналов. Для сопоставимости результатов с сетью с коммутацией каналов будем считать полную интенсивность потока во входящем узле, равной λ , пропускную способность дуплексного канала между узлами положим равной $C_T = NC_L$ в каждом направлении, где величина C_L определяет максимальную скорость доступа к узлу от индивидуального абонента (пропускная способность абонентской линии). В этой сети принципиально отсутствуют расходы времени на установление соединения, однако, в качестве накладных расходов выступает время на получение подтверждений о приеме пакета.

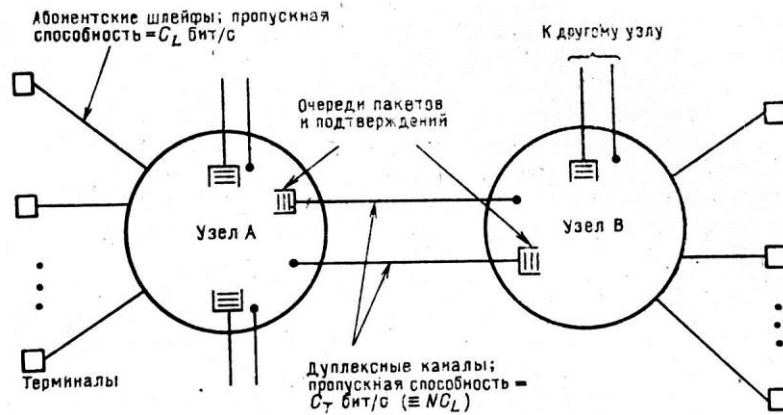


Рисунок 3.2 – Фрагмент сети без установления соединения

Рассмотрим два способа передачи подтверждений. Первый состоит в передаче от узла В отдельных пакетов с информацией о подтверждении, а второй предполагает, что в информационных пакетах обратного направления встраиваются специальные поля битов подтверждения о приеме пакетов встречного направления.

Рассмотрим сначала первый способ. Пусть каждый принятый пакет генерирует отдельное подтверждение фиксированной длины L_1 бит. Тем самым в каждом узле образуется поток пакетов переменной длины, состоящих из некоторого фиксированного поля длины L_1 и поля случайной длины со средним значением m_s . Такие пакеты поступают в очередь на входном узле и обслуживаются в порядке поступления.

Очевидно, что здесь мы должны использовать модель СМО с произвольным распределением времени обслуживания в силу специфики структуры пакетов. Поставим задачу: найти среднее время отклика T_D от узла до узла, используя модель $M/G/1$. На рисунке 3.2 показано, как можно рассматривать входную очередь и какой вид функции распределения времени обслуживания следует принять.

Пусть дан фрагмент сети без установления соединения с коммутацией пакетов, состоящий из двух узлов и соединяющих их дуплексных каналов. Интенсивность потока во входящем узле λ пак./ед.вр., пропускная способность дуплексного канала между узлами положим равной

$$C_T = NC_L \quad (3.12)$$

где N – число исходящих каналов;

C_L – пропускная способность абонентской линии.

Пусть каждый принятый пакет генерирует отдельное подтверждение фиксированной длины L_I битов, m_c - поле случайной длины.

Найти среднее время отклика T_D от узла к узлу. Разработать программу для расчета данного параметра, построить зависимость T_D от величины m_c .

Т а б л и ц а 3.11 – Исходные данные

λ (па к./с)	N	C_L (Кби т/с.)	L_I (бит)	m_c (бит)
30	38	2.4	160	1600

Найдем среднее значение времени обслуживания на один пакет. Поскольку весь выходной поток узла считывается в канал со скоростью C_T , можно записать, что время на передачу будет равно

$$(L_I + m_c) / C_T = t_h + t_m = 0.019.$$

Первая составляющая представляет собой время на передачу «заголовков», а вторая составляющая – время на передачу собственно данных. Средняя длина подтверждений также равна t_h . Таким образом, среднее «эквивалентное» время обслуживания в системе M/G/1 следует принять равным

$$\dot{\lambda} \langle \tau \rangle = \frac{1}{2}(t_h + t_m) + \frac{1}{2}t_h = 0.011.$$

Поскольку поступления двух типов входящих сообщений равновероятны, и обслуживание происходит в порядке поступления, можно считать, что коэффициент использования для данной системы будет определяться как

$$\rho = 2\dot{\lambda} \langle \tau \rangle = \lambda(t_m + 2t_h) = \rho_M (1 + 2t_h / t_m) = 0.632.$$

Здесь был введен параметр $\rho_M = \lambda t_m$ – эффективный коэффициент использования передаваемых через канал битов. Его смысл полностью совпадает с введенным выше с тем же обозначением коэффициента для сети с коммутацией каналов. Действительно из соотношений

$$\rho_M = \lambda T_M / N = 0,526,$$

$$T_M = m_c / C_L = 0.667,$$

$$t_h = L / C_T = 0.00175,$$

$$t_m = m_c / C_T = 0.018,$$

$$C_T = NC_L = 91200.$$

Таким образом, мы ввели для сети с коммутацией пакетов параметр сравнения, совпадающий с параметром сети, ориентированной на соединение.

Для СМО типа М/Г/1 среднее время ожидания зависит от второго момента распределения времени обслуживания. Найдем

$$\dot{I} \langle \tau^2 \rangle = 0.5(t_h^2 + (t_m + t_h)^2 + t_m^2) = 3.416 \cdot 10^{-4}.$$

Используя формулу Полячека-Хинчина, получаем выражение для среднего значения времени ожидания пакета в системе

$$\dot{I} \langle W \rangle = \frac{\lambda}{2} [t_h^2 + (t_m + t_h)^2 + t_m^2] / (1 - \rho) = 0.028.$$

В конечном счете общее время отклика от узла до узла складывается из только что полученного времени задержки в очереди в узле А и задержки в очереди подтверждений в узле В, а также среднего времени передачи пакета и времени передачи подтверждения. Искомое время равно

$$T_D = t_m + 2t_h + 2\dot{I} \langle W \rangle = 0.077.$$

Программа расчета, Mathcad 14:

$$\underline{N} := 38 \quad \underline{C} := 2400 \quad \lambda := 30 \quad \underline{L} := 160 \quad \underline{m} := 1600$$

$$C1 := N \cdot C \rightarrow 91200$$

$$\frac{L + m}{C1} = 0.019$$

$$tm := \frac{m}{C1} = 0.018$$

$$th := \frac{L}{C1} = 1.754 \times 10^{-3}$$

$$TM := \frac{m}{C} = 0.667$$

$$pm := \frac{\lambda \cdot TM}{N} = 0.526$$

$$Mt := \frac{1}{2} \cdot (th + tm) + \frac{1}{2} \cdot th = 0.011$$

$$p := 2 \cdot \lambda \cdot Mt = 0.632$$

$$Mt2 := \frac{1}{2} \cdot [th^2 + (tm + th)^2 + tm^2] = 3.416 \times 10^{-4}$$

$$\underline{MW} := \frac{\frac{\lambda}{2} \cdot [th^2 + (tm + th)^2 + tm^2]}{1 - p} = 0.028$$

$$TD := tm + 2th + 2 \cdot MW = 0.077$$

График зависимости параметра T_D от m_C представлен на рисунке 3.3.

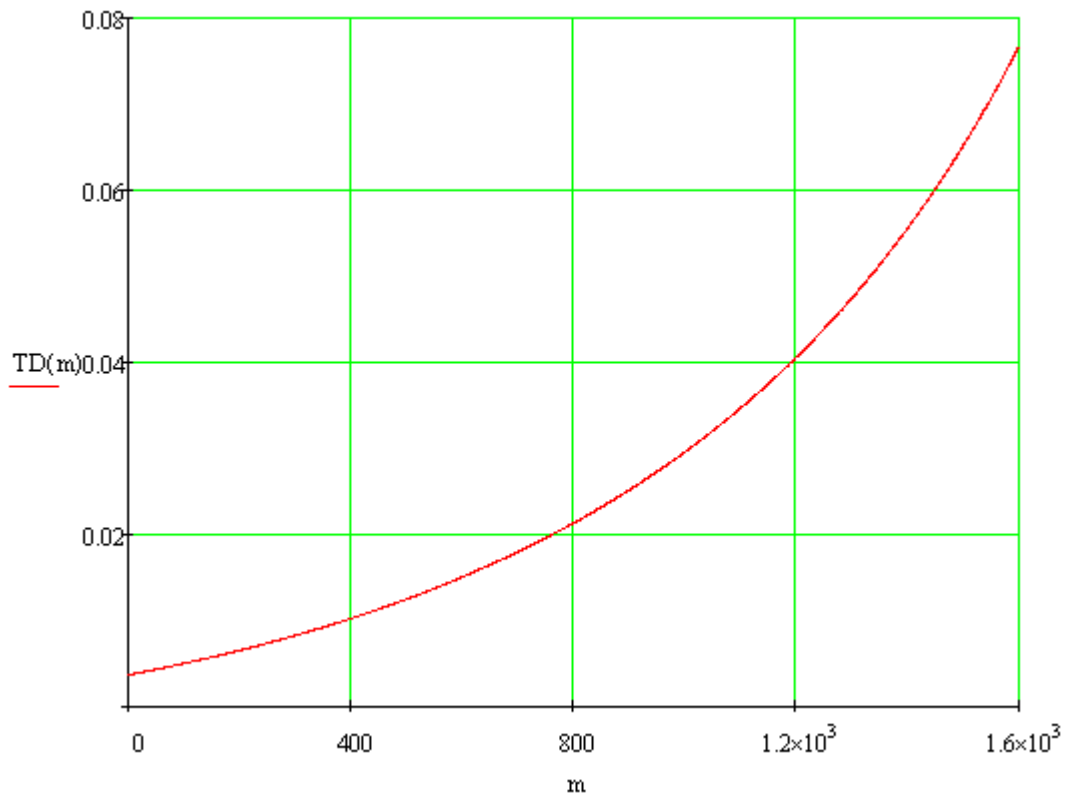


Рисунок 3.3 – Зависимость параметра T_D от m_C

Из данного графика следует, что при увеличении поля данных m_C , среднее время отклика от узла к узлу возрастает.

Заключение

Был проведен ликбез свойства протоколов в IP - телефонии при передаче речевого трафика и изготовлен анализ имеющихся способов оценки снабжения свойства сервиса в IP сетях. Изобретена методика мониторинга трафика в IP – телефонии и был фактически использован анализ трафика с внедрением ПО Wireshark. Был проведен расчет характеристик свойства сервиса в сетях передачи данных.

Изобретены модели расчета главных характеристик свойства сервиса задержек и утрат в IP сетях.

Изучено воздействие типа кодека на задержку пакетов в сквозном соединении мультисервисных сетей. Предложена модель оценки воздействия джиттер - буфера на утраты трафика настоящего времени. Проведены анализ и подсчеты агрегированного и сигнального трафика IP телефонии.

С поддержкой ПО Wireshark была получена практическая статистика, на основании которой были получены итоги. Статистика была собрана для IP-телефонии. Основным образом на этом шаге рассматривалось расположение величин передаваемых сообщений козни пакетов той либо другой сервисы. Приобретенные итоги были приведены в облике графиков. Исходя из приобретенного итога, разрешено изготовить вывод сравнительно законов распределения размеров пакетов разных телекоммуникационных услуг.

Произведена критика точности приближенного способа расчета утрат вызовов при разных значениях характеристик. Показано, что пунктуальность приближенного способа является удовлетворительной. Зафиксировано, что условная погрешность приближенного способа станет мала для тех потоков вызовов, для которых кратность вызова недалека к скученности соединенной перегрузки.

Перечень сокращений

QoS	Quality of service – Качество обслуживания
MOS	Mean Opinion Score
NGN	Next Generation Network - Сеть следующего поколения
VoIP	Voice over IP
RJ	Random Jitter
	MPLS Multiprotocol Label Switching - Многопротокольная коммутация по меткам
IP	Internet Protocol - Межсетевой протокол
RFC	Request for Comments - Запрос комментариев
RTD	Round-trip Delay - Круговая задержка
	STM Synchronous Transport Module - Синхронный транспортный модуль
СМО	Система массового обслуживания
AP/C	Adaptive Packetization and Concealment - алгоритм нивелирования потерь, основанный на вариации размера пакета для различных участков речи
DiffServ	Модель предоставления дифференцированных услуг
FEC	Forward Error Correction - алгоритм нивелирования потерь, основанный на избыточном кодировании
IETF	Internet Engineering Task Force - Инженерная группа по решению задач Internet
IntServ	Модель предоставления интегрированных услуг
ITU-T	International Telecommunication Union - Международный Союз Электросвязи
PLC	Packet Loss Concealment - методы нивелирования потерь в кодеках IP-телефонии

Список литературы

- 1 Телекоммуникационные системы и сети : учеб. пособие. В 3 т. / под ред. В. П. Шувалова. – Т. 3: Мультисервисные сети / В. В. Величко [и др.]. М. : Горячая линия–Телеком, 2005.
- 2 Артюшенко, В. М. Цифровое сжатие видеоинформации и звука : учеб. пособие / В. М. Артюшенко, О. И. Шелухин, М. Ю. Афонин; под ред. В. М. Артюшенко. – М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2003.
- 3 Richardson, I.E.G. H.264 and MPEG-4 Video Compression / I.E.G. Richardson.– UK, Aberdeen, Robert Gordon University, 2003.
- 4 IP-телефония / В. С. Гольдштейн [и др.]. – М. : Радио и связь, 2001.
- 5 Столлингс, В. Современные компьютерные сети / В. Столлингс. – СПб. : Питер, 2003.
- 6 Stallings, W. High-Speed Networks TCP/IP And ATM Design Principles / W. Stallings. – Prentice–Hall Inc., 1998.
- 7 Beran, J. Statistics For Long-Memory Processes / J. Beran. – Chapman & Hall, 1994.
- 8 Taqqu, M. On Estimating The Intensity Of Long–Range Dependence In Finite And Infinite Variance Time Series / M. Taqqu, V. Teverovsky. – Boston University, 1996.
- 9 Фрактальные процессы в телекоммуникациях / под ред. О. И. Шелухина. – М. : Радиотехника, 2003.
- 10 Битнер В.И., Попов Г.Н. «Нормирование качества телекоммуникационных услуг» - М.: Горячая линия, 2004.
- 11 Ключева Т. Качество предоставления услуг телекоммуникаций в Казахстане – актуальность проблемы / Информационные телекоммуникационные сети – Алматы, 2008.
- 12 Бабков В.Ю. Качество услуг мобильной связи – М.: Радио и связь, 2007.
- 13 Гольдштейн Б.С., Соколов Н.А., Яновский Г.Г. Сети связи: Учебник для ВУЗов. - СПб.: БХВ - Петербург, 2010.
- 14 Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие. В 3 томах. Том 3. – Мультисервисные сети / В.В. Величко, Е.А. Субботин, В.П. Шувалов, А.Ф. Ярославцев; под ред. проф. В.П. Шувалова. – М.: Горячая линия Телеком, 2005.
- 15 Крылов В.В., Самохвалова С.С. Теория телетрафика и ее приложения. - СПб.: БХВ - Петербург, 2005.
- 16 Корнышев Ю.Н., Пшеничников А.П., Харкевич А.Д. Теория телетрафика. - М.: Радио и связь, 1996.

17 Яновский Г.Г. Качество обслуживания в сетях IP// Вестник связи – 2008. – №1.

18 Качество обслуживания в телекоммуникационных сетях. Методические указания к выполнению расчетно – графических работ. – Алматы: АИЭС, 2010.

19 Фаерберг О.И., Шварцман В.О., Качество услуг связи. – М.: ИРИАС, 2005. – 152 с.

20 Артюхова Е.А. Как обеспечить Qos в телефонных сетях с коммутацией пакетов// ИКС – 2005. – № 9.

21 СТ РК 1936 – 2010. Система показателей качества услуг фиксированной телефонной сети. Параметры и показатели качества услуг связи в сетях телекоммуникаций общего пользования. – Астана: Госстандарт Республики Казахстан, 2011.- 86 с.

22 Туманбаева К.Х. Качество обслуживания в телекоммуникационных сетях. Конспект лекций для магистрантов специальности 6М071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации. - Алматы: АУЭС, 2012.

23 <https://www.wireshark.org/>

Приложение А

Статистическая иерархия протоколов в программе Wireshark

Wireshark: Protocol Hierarchy Statistics

Display filter: none

Protocol	% Packets	Packets	% Bytes	Bytes	Mbit/s	End	Packets	End	Bytes	End	Mbit/s
Frame	100.00 %	6662	100.00 %	892957	0.051	0	0	0	0.000		
Ethernet	100.00 %	6662	100.00 %	892957	0.051	0	0	0	0.000		
Internet Protocol Version 4	98.54 %	6565	99.24 %	886193	0.050	0	0	0	0.000		
User Datagram Protocol	97.85 %	6519	98.70 %	881382	0.050	5	490	0.000			
Simple Traversal of UDP Through NAT	0.39 %	26	0.22 %	2008	0.000	26	2008	0.000			
Session Initiation Protocol	0.32 %	21	1.48 %	13250	0.001	21	13250	0.001			
Data	0.08 %	5	0.03 %	230	0.000	5	230	0.000			
NetBIOS Datagram Service	0.02 %	1	0.03 %	243	0.000	0	0	0.000			
SMB (Server Message Block Protocol)	0.02 %	1	0.03 %	243	0.000	0	0	0.000			
SMB MailSlot Protocol	0.02 %	1	0.03 %	243	0.000	0	0	0.000			
Microsoft Windows Browser Protocol	0.02 %	1	0.03 %	243	0.000	1	243	0.000			
Hypertext Transfer Protocol	0.12 %	8	0.16 %	1400	0.000	8	1400	0.000			
NetBIOS Name Service	0.45 %	30	0.33 %	2976	0.000	30	2976	0.000			
Real-time Transport Control Protocol	0.29 %	19	0.46 %	4098	0.000	0	0	0.000			
Real-time Transport Control Protocol	0.29 %	19	0.46 %	4098	0.000	19	4098	0.000			
Real-Time Transport Protocol	95.74 %	6378	95.71 %	854652	0.048	6378	854652	0.048			
Domain Name Service	0.39 %	26	0.23 %	2035	0.000	26	2035	0.000			
Internet Control Message Protocol	0.15 %	10	0.10 %	860	0.000	10	860	0.000			
Internet Group Management Protocol	0.17 %	11	0.07 %	602	0.000	11	602	0.000			
Transmission Control Protocol	0.38 %	25	0.38 %	3349	0.000	8	492	0.000			
Secure Sockets Layer	0.20 %	13	0.29 %	2634	0.000	13	2634	0.000			

Help Close

Рисунок А.1 – Статистическая иерархия протоколов

Приложение Б

Процесс захвата пакетов в основном окне программы

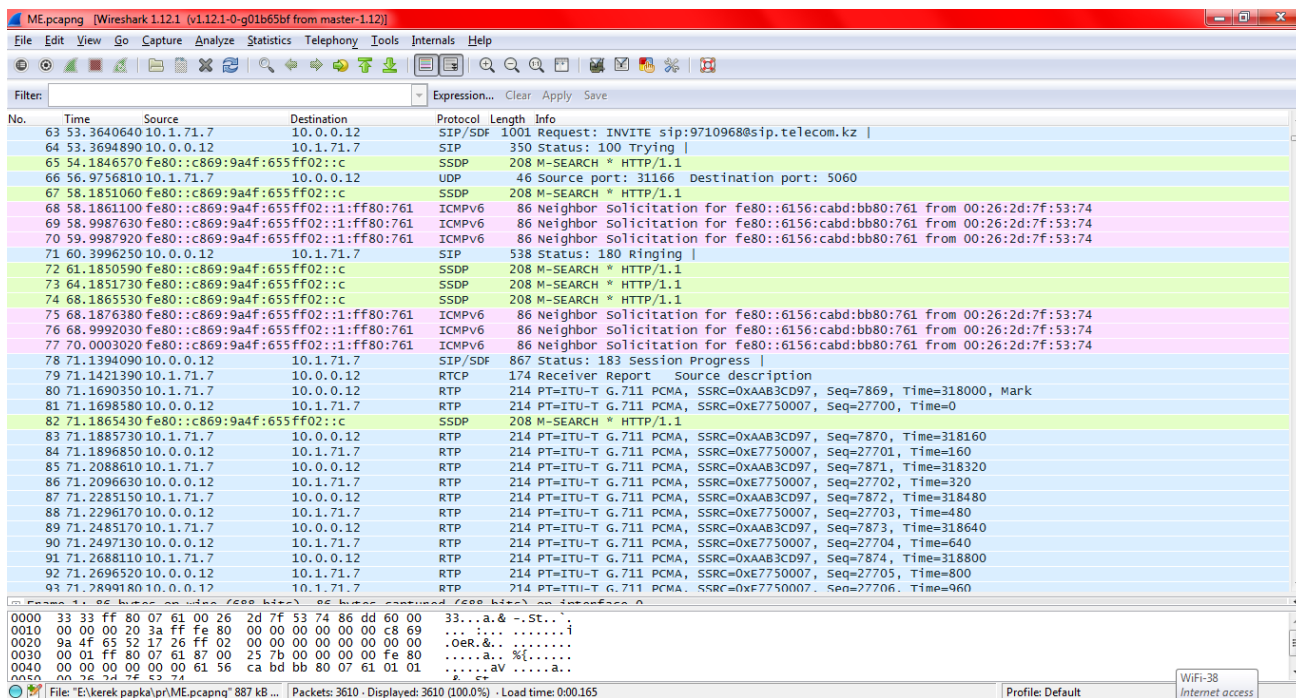


Рисунок Б.1 – Процесс захвата пакетов в основном окне программы

Приложение В

Отображение SIP – пакетов в ПО Wireshark

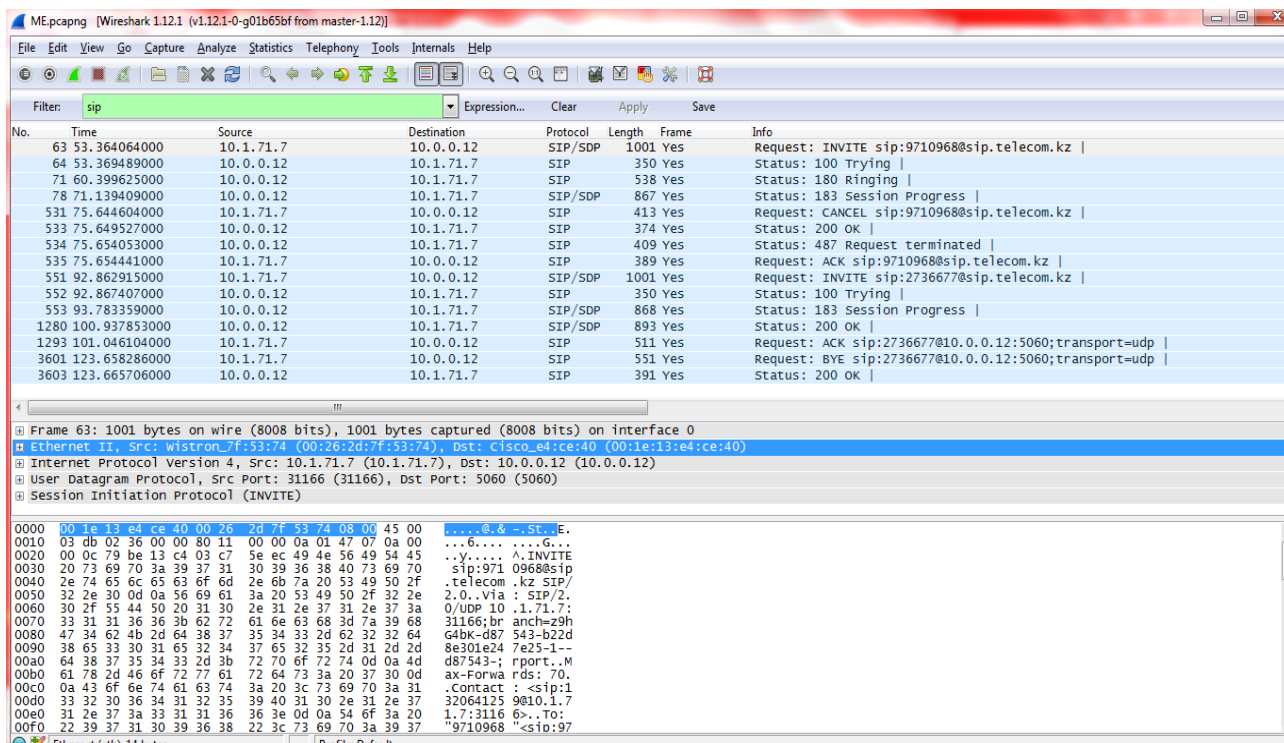


Рисунок В.1– Отображение SIP – пакетов в ПО Wireshark

Приложение Г Отображение RTP – пакетов в ПО Wireshark

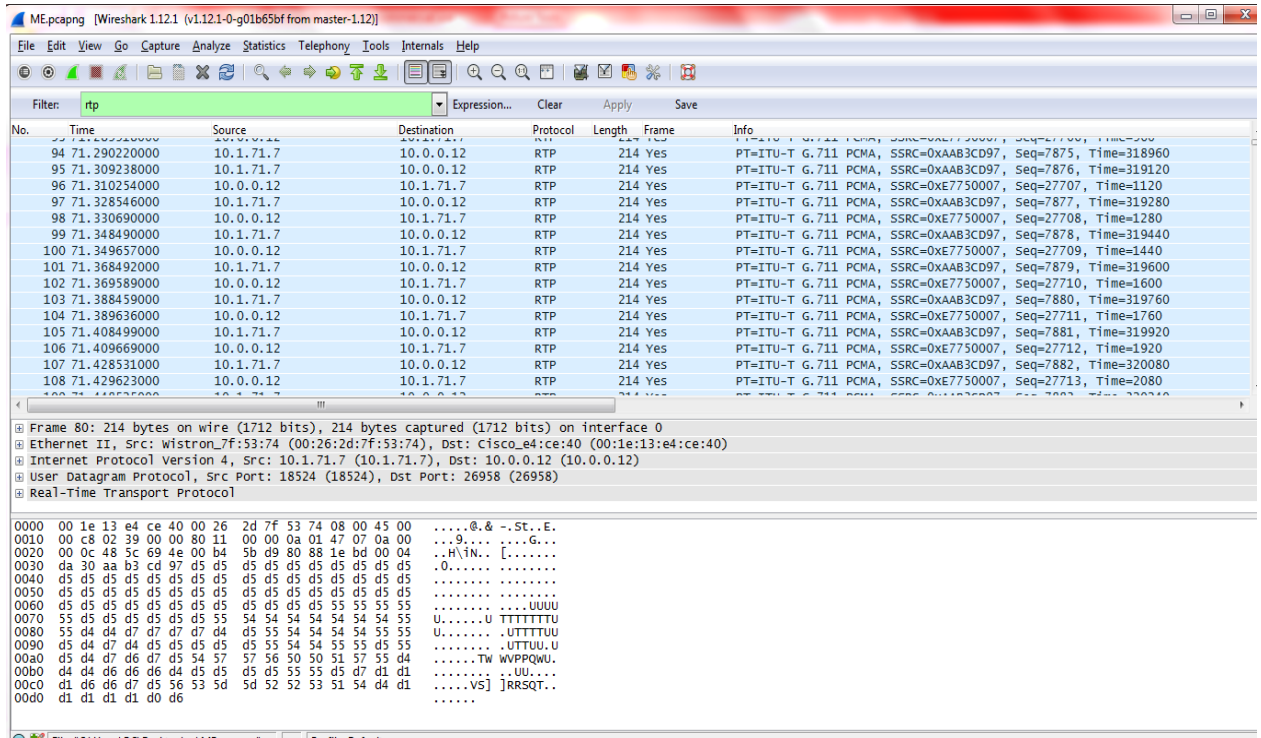


Рисунок Г.1 – Отображение RTP – пакетов в ПО Wireshark

Приложение Д Анализ спектра передачи пакетов

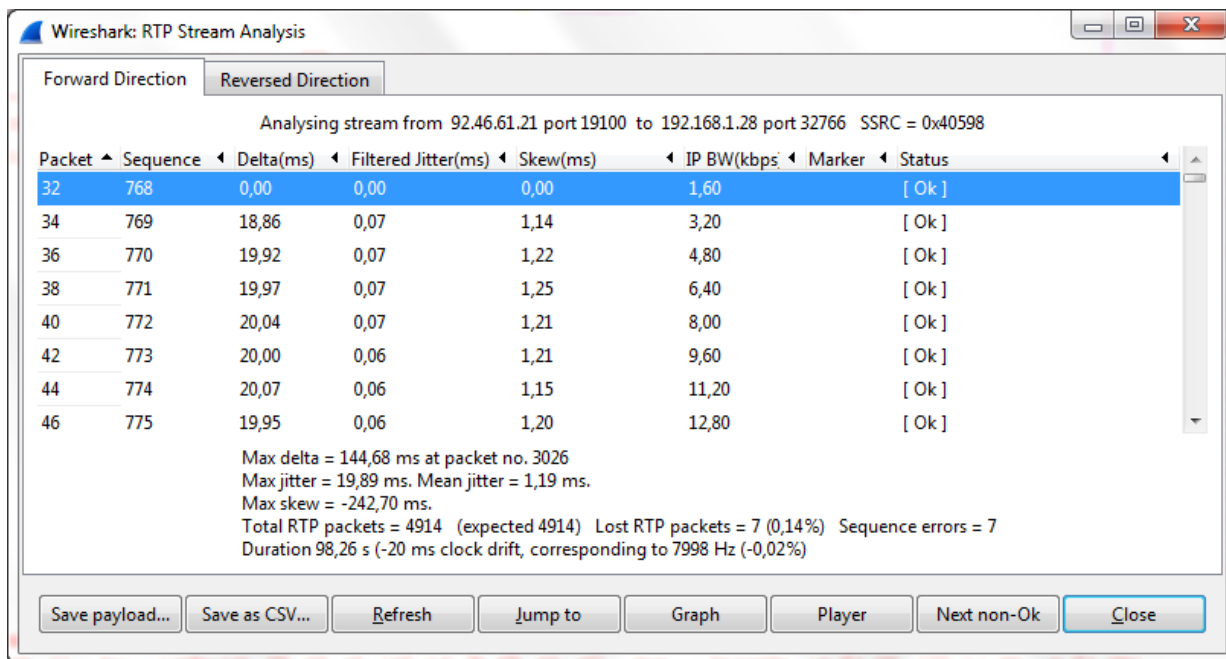


Рисунок Д.1 – Анализ спектра передачи RTP пакетов с сотового телефона на X-lite

Продолжение приложения Д

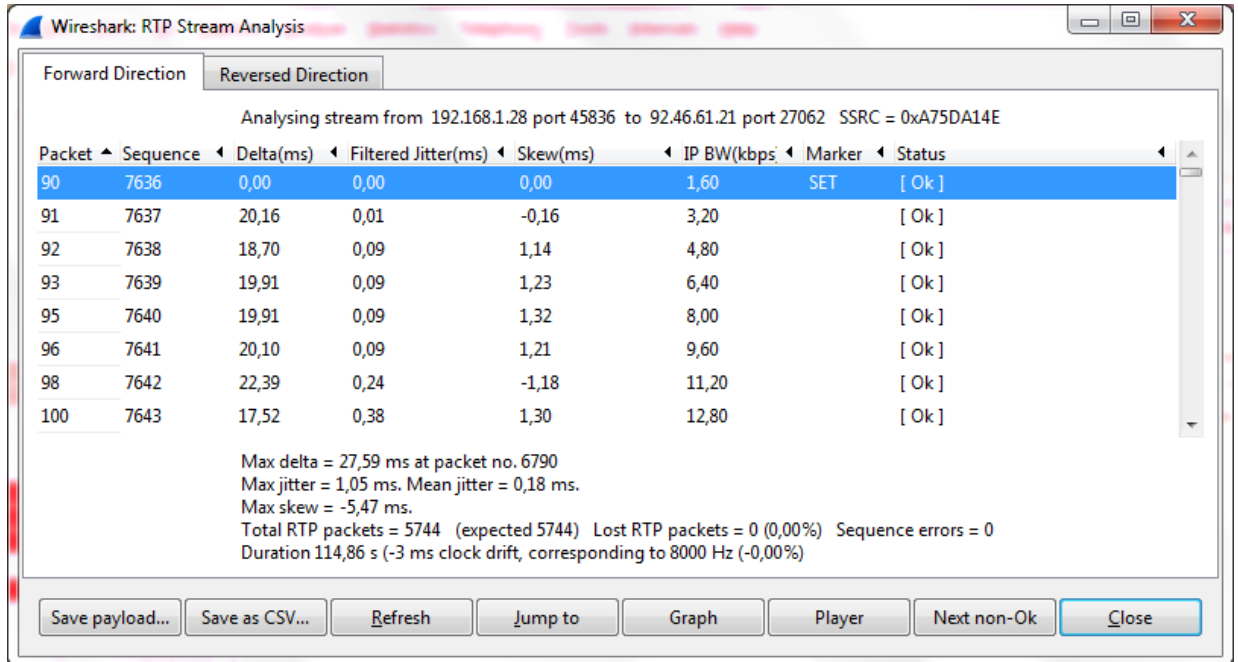


Рисунок Д.2 – Анализ спектра передачи RTP пакетов X-lite на X-lite

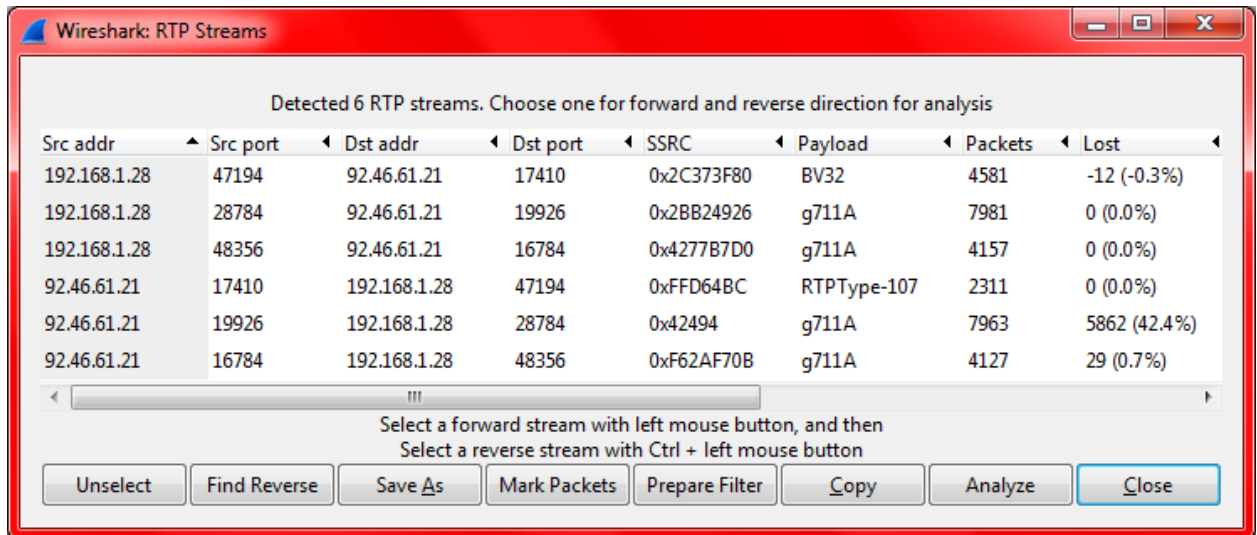


Рисунок Д.3 – Характеристики голосового трафика

