Некоммерческое акционерное общество

«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Кафедра Телекоммуникационных систем

Специальность 5В0719 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

**Дисциплина: IP-телефония и видеосвязь**

Выполнил Джуматаев Е.Б. группа МРС-07-3 № зач. книжки 073013

Руководитель:ст**.**пр.Ожикенов М.А.

Алматы 2011

**Содержание**

Введение

Задание 1

1.1 Расчёт производительности узла доступа с учётом структуры нагрузки поступающей от абонентов, пользующихся различными видами услуг

1.2 Расчёт числа пакетов от первой группы (телефония)

1.3 Расчёт числа пакетов от второй группы (телефония и интернет)

1.4 Расчёт числа пакетов от третьей группы абонентов (tripleplay)

1.5 Требования к производительности мультисервисного узла доступа

Задание 2

Задание 3

Заключение

Список литературы

Введение

Курсовой проект по дисциплине «IP-телефония и видеосвязь» выполняется студентами, обучающимися по специальности 5В071900 «Радиотехника, электроника и телекоммуникации».

Дисциплина «IP-телефония и видеосвязь» изучается студентами на восьмом семестре, по окончании курса сдается экзамен. В методическом указании приводятся порядок выполнения, необходимые справочные данные, методика расчета основных параметров.

Каждый студент выполняет курсовой проект по индивидуальным исходным данным. Настоящие методические указания (МУ) имеют цель: закрепить и углубить знания, полученные на лекциях; привить студентам практические навыки самостоятельной работы со справочниками и нормативными документами; выработать у студентов творческое мышление и навыки по выбору рациональных вариантов построения магистральных сетей; изучить круг проблем, встречающихся при реальном проектировании.

По курсу читаются лекции, выполняется курсовая работа, лабораторные работы.

Целью курса «IP-телефония и видеосвязь» является изучение основных методов построения, расчета современных каналов связи.

Для освоения курса необходимо знать основные положения некоторых разделов математики, физики, теории электрической связи

**Задание 1**

**1.1 Расчёт производительности узла доступа с учётом структуры нагрузки поступающей от абонентов, пользующихся различными видами услуг**

а) сделать расчёт числа пакетов от первой группы (телефония);

б) провести расчёт числа пакетов от второй группы (телефония и интернет);

в) сделать расчёт числа пакетов от третьей группы абонентов (triple play);

г) оценить требования к производительности маршрутизатора, агрегирующего трафик мультисервисной сети доступа NGN;

д) сделать выводы.

Исходные данные для расчета приведены в таблицах 1,2,3,4.

**Таблица 1 – Доля абонентов по группам**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Группа абонентов | Последняя цифра номера зачетной книжки | 3 |
| 1 | Доля абонентов 1 группы, π1 в% | 65 |
| 2 | Доля абонентов 2 группы, π2 в% | 30 |
| 3 | Доля абонентов 3 группы, π3 в% | 5 |

**Таблица 2 – Характеристики нагрузки, создаваемой клиентами различных групп**

|  |  |
| --- | --- |
| Последняя цифра номера зачетной книжки fi | 3 |
| Вызовов в час, fi | 5 |
| Средняя длительность разговора, tiминут | 2.5 |
| Объём переданных данных в час наибольшей нагрузки, V2, Мбайт/с | 15 |
| Объём переданных данных в час наибольшей нагрузки, V3, Мбайт/с | 80 |
| Время просмотра видео в час наибол. нагрузки, Тв, минут | 50 |
| Мультисервисный узел доступа обслуживает N, абонентов | 2800 |

**Таблица 3 – Выбор кодеков**

|  |  |
| --- | --- |
| Предпосл. цифра номера зач.кн | 1 |
| Кодеки | G.711u G.726-32 |

**Таблица 4 - Параметры кодеков**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Кодек | Скорость передачи,кбит/с | Длительностьдатаграммы,Мс | Задержка пакетизации,Мс | Полоса пропускания для двунаправ-ленного соединения, кГц | Задержка в джиттербуфере | Теоретическая максимальная оценка MOS |
| G.711u | 64 | 20 | 1 | 174,4 | 2 датаграммы,40 мс | 4,4 |
| G.726-32 | 32 | 20 | 1 | 110.4 | 2 датаграммы,40 мс | 4,22 |

**1.2 Расчёт числа пакетов от первой группы (телефония)**

Рассчитем число пакетов создаваемых пользователями телефонии, использующие выбранные ранее кодеки. Параметры кодеков представлены в таблице 4.

Рассчитаю параметры сети для двух кодеков соответственно варианту. Длительность дейтаграммы TPDU равна 20 мс, согласно рекомендации RFC 1889. При этом в секунду передаётся

nj= 1/ TPDU, (кадров в секунду)

(2.1)

(кадров в секунду)

Размер пакетизированных данных

hj = vj·TPDU

(2.2)

где vj – скорость кодирования, байт/с;

hj – размер пакетизированных данных;

TPDU – длительность одной речевой выборки (длительность пакета).

Рассчитать vj – скорость кодирования, байт/с; hj – размер пакетизированных данных для двух выбранных согласно варианту кодеков (индекс j соответствует 1-первый кодек без сжатия, 2- второй кодек со сжатием).

При использовании кодека скорость кодирования

vj= RGj/8 , (байт/с),

hj = vj · TPDU, (байт).

G.711u



 байт/сек

G.726-32





Для определения размера пакета необходимо учесть заголовки:

* Ip – 20 байт;
* UDP – 8 байт;
* RTP – 12 байт.

Суммарный размер пакета для кодека без сжатия

h∑G1 = hj + Ip + UDP+ RTP=163,84+20+8+12=203,84 байт

Суммарный размер пакета для кодека со сжатием

h∑G2= hj + Ip + UDP+ RTP=81,92+20+8+12=121,92 байт.

Для определения числа пакетов, генерируемых первой группой абонентов, необходимо учесть их долю в общей структуре пользователей, количество вызовов в час наибольшей нагрузки, среднюю длительность разговора.

(2.3)

N1j = n1j· t1·f1·π1·N

N1j=50·150·5·0,65·2800=68250·103

где N1j – число пакетов, генерируемое первой группой пользователей в час наибольшей нагрузки;

n1j – число пакетов, генерируемых в секунду одним абонентом;

t1 – средняя длительность разговора в секундах для первой группы абонентов;

f1 – число вызовов в час наибольшей нагрузки для первой группы абонентов;

π1 – доля пользователей группы 1 в общей структуре абонентов;

N – общее число пользователей.

**1.3 Расчёт числа пакетов от второй группы (телефония и интернет)**

Рассуждения, приведённые для первой группы абонентов, в полной мере можно применить и ко второй группе для расчёта числа пакетов, возникающих в результате пользования голосовыми сервисами. Разница будет лишь в индексах.

N2\_тj = n1j· t2· f2·π2· N

(2.4)

N2\_тj =50·150·5·0,3·2800=31500·103

где N2\_тj – число пакетов, генерируемое второй группой пользователей в час наибольшей нагрузки при использовании голосовых сервисов;

n1j – число пакетов, генерируемых в секунду одним абонентом;

t2 – средняя длительность разговора в секундах для второй группы абонентов;

f2 – число вызовов в час наибольшей нагрузки для второй группы абонентов;

π2 – доля пользователей группы 2 в общей структуре абонентов;

N – общее число пользователей.

Для расчёта числа пакетов в час наибольшей нагрузки необходимо задаться объёмом переданных данных. Предположим, что абоненты второй группы относятся к интернет-сёрферам, т.е. в основном просматривают веб-страницы. Средний объём данных, переданных за час при таком способе подключения, составит около V2 необходимо выразить в битах. То есть V2 ≈ V2(Мбайт) ·8·1024·1024 бит. Число пакетов, переданных в ЧНН, будет равно

N2\_дj = π2· N ·V2j/hj

(2.5)

N2\_дj =0,3·2800·8388608∙15/163,84∙8=80640000 G711u

N2\_дj =0,3·2800·8388608∙15/81,92∙8=161280000 G726-32

где N2\_дj – количество пакетов, генерируемых в час наибольшей нагрузки абонентами второй группы при использовании сервисов передачи данных;

π2 – доля пользователей группы 2 в общей структуре абонентов;

h2j – размер поля данных пакета;

N – общее число пользователей.

Суммарное число пакетов, генерируемых второй группой пользователей в сеть в час наибольшей нагрузке, будет равно

(2.6)

N2j = N2\_тj + N2\_дj = 31500·103+80640000=112140000 G711u

N2j = N2\_тj + N2\_дj = 31500·103+161280000=192780000 G726-32

**1.4 Расчёт числа пакетов от третьей группы абонентов (triple play)**

Все рассуждения, проведённые относительно первых двух групп, остаются в силе и для третьей группы, применительно к сервисам передачи голоса, а именно:

(2.7)

N3\_тj = n1j· t3\_т· f3· π3· N

N3\_тj =50·150·5·0,05·2800=5250·103

где N3\_т – число пакетов, генерируемое третьей группой пользователей в час наибольшей нагрузки при использовании голосовых сервисов;

n1j – число пакетов, генерируемых в секунду одним абонентом;

t3 – средняя длительность разговора в секундах;

f3 – число вызовов в час наибольшей нагрузки;

π3 – доля пользователей группы 3 в общей структуре абонентов;

N – общее число пользователей.

Предположим, что абоненты третьей группы относятся к «активным» пользователям интернета, т.е., используют не только http, но и ftp, а также прибегают к услугам пиринговых сетей. Объём переданных и принятых данных данных при таком использовании интернета составляет до V3 . Число пакетов, переданных в ЧНН, будет равно

N3\_дj = π3· N · V3/hj

G711u



G723-23



Для расчёта числа пакетов, генерируемых пользователями видео-услуг, воспользуемся соображениями относительно размера пакета, приведёнными в предыдущем пункте. Размер пакета не должен превосходить 200 (120) байт (вместе с накладными расходами).

Например, при скорости передачи v = 2048000 бит/с и размере полезной нагрузки пакета hj число пакетов, возникающих при трансляции одного канала, равно:

(2.9)

n3j = v/ hj

G711u

 G723-32

Количество пакетов, передаваемых по каналами в ЧНН, составит

N3 i\_Вj = π3· N· n3 i · t3\_В

(2.10)

N3 i\_Вj = 0,05·2800·50·150=1050000

где N3j\_В – число пакетов, генерируемое третьей группой пользователей в час наибольшей нагрузки при использовании видео-сервисов сервисов;

n3j – число пакетов, генерируемых в секунду одним абонентом при использовании просмотре видео, сжатого по стандарту MPEG2;

t3\_В – среднее время просмотра каналов в ЧНН, сек;

π3 – доля пользователей группы 3 в общей структуре абонентов;

N – общее число пользователей.

Суммарное число пакетов, генерируемых третьей группой пользователей в сеть в час наибольшей нагрузке, будет равно

(2.11)

N3j = N3j\_т + N3j\_д + N3j\_В

N3j =5250·103+71,68·106+1050000= 77980·103 G711u

N3j =5250·103+143,4·106+1050000= 149700·103 G723-32

1.5 Требования к производительности мультисервисного узла доступа

Мультисервисный узел доступа должен обслуживать трафик от всех трёх групп пользователей. Кроме того, именно узел доступа должен обеспечить поддержку качества обслуживания путем приоритезации трафика, которая должна осуществляться независимо от используемой технологии транспортной сети доступа.

Суммарное число пакетов, которое должен обработать мультисервисный узел доступа, будет равно:

NjΣj = N1j + N2j + N3j = n1j· t1·f1·π1·N + (n1j· t2· f2· π2· N + π2· N · V2/hj) +

+ (n1j· t3·f3·π3· N + π3·N ·V3/hj + π3· N · n3j · t3\_В)

(2.12)

Учитывая, что:

t1 = t2 = t3 = t– средняя длительность разговора в секундах;

f3 = f2 = f1 = f – число вызовов в ЧНН;

получим

NjΣj = n1j · t· f ·N · (π1 + π2 + π3) + N/hj · (π2·V2 + π3·V3) + π3· N · n3j · t3В

(2.13)

Учитывая, что π1 + π2 + π3 = 1, получим

(2.14)

NΣj = N · (n1j · t· f + ( π2·V2 + π3·V3)/hj) + π3· N · n3j · t3\_В

NΣj = 258370000 G711u

NΣj = 410730000 G726-32

Среднее число пакетов в секунду рассчитывается для двух выбранных кодеков и равно

(2.15)

NΣ\_секj = NΣj/3600

NΣ\_секj =258370000/3600=71769,4 G711u

NΣ\_секj =410730000/3600=114092 G726-32

Данные показатели позволяют оценить требования к производительности маршрутизатора, агрегирующего трафик мультисервисной сети доступа NGN. Анализ Приложения А показывает, что выбор такого маршрутизатора осуществляется из весьма ограниченного количества вариантов.

Анализируется как и какие группы сети больше всего загружают систему для рассчитываемых длин пакетов. Для этого формируется таблица 5 и строится диаграмма рисунок 1.

**Таблица 5 - количество передаваемых пакетов в сек для трех групп пользователей**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Количество передаваемых пакетов в сек |
| G.711u | G.726-32  |
| 1 группа (π1),% | 68250·103 | 68250·103 |
| 2 группа (π2) ,% | 112140∙103 | 192780∙103 |
| 3 группа (π3) ,% | 77980·103 | 149700∙103 |

****

**Рисунок 1 – Доли передаваемых пакетов тремя группами**

Вывод о загрузке системы пользователями трех групп.

Из графика видно, что наибольший передаваемый трафик идет на 2-ую группу при кодеке G.711u и G.726-32 от общего числа пользователей. Пользователи обычной телефонии, при ее преобладающем количестве, загружают систему меньше всех.

## Задание 2

а) рассчитать среднее время задержки пакета в сети доступа

б) рассчитать интенсивность обслуживания пакета при норме задержки  = 5 мс для двух типов кодеков.

в) построить зависимость максимальной величины для средней длительности обслуживания одного пакета от среднего времени задержки в сети доступа.

г) определить коэффициент использования системы для случаев с различными кодеками.

д) построить зависимости при помощи прикладной программы MathCad.

## ж) сделать выводы по задачам 1 и 2.

Требования к полосе пропускания определяются гарантиями качества обслуживания, предоставляемыми оператором пользователю. Параметры QoS описаны в рекомендации ITU Y.1541. В частности, задержка распространения из конца в конец при передачи речи не должна превышать 100 мс, а вероятность превышения задержки порога в 50 мс не должна превосходить 0,001, т.е.

, мс

p{tp > 50 мс} ≤ 0.001

Задержка из конца в конец складывается из следующих составляющих:

(2.16)

tp = tпакет + tад + tcore + tад + tбуф

где tp – время передачи пакета из конца в конец;

tпакет – время пакетизации (зависит от типа трафика и кодека);

tад – время задержки при транспортировке в сети доступа;

tcore – время задержки при распространении в транзитной сети;

tбуф – время задержки в приёмном буфере.

Допустим, что задержка сети доступа не должна превышать 5 мс. Время обработки заголовка IP-пакета близко к постоянному.Распределение интервалов между поступлениями пакетов соответствует экспоненциальному закону. Поэтому для описания процесса, происходящего на агрегирующем маршрутизаторе, можно воспользоваться моделью M/G/1.

Для данной модели известна формула, определяющая среднее время вызова в системе (формула Полячека – Хинчина) /9/.



(2.17)

где j – средняя длительность обслуживания одного пакета;

 – квадрат коэффициента вариации, 0,2;

j – параметр потока, из первой задачи N∑\_секj ;

j – среднее время задержки пакета в сети доступа,  = 0,005 с.

Из формулы (2.17) следует зависимость максимальной величины для средней длительности обслуживания одного пакета от среднего времени задержки в сети доступа.



(2.18)

Построим данные зависимости при помощи прикладной программы MathCad.

**Рисунок 2 - Зависимость максимальной величины для средней длительности обслуживания одного пакета от среднего времени задержки в сети доступа для кодека G.711u**

**Рисунок 3 - Зависимость максимальной величины для средней длительности обслуживания одного пакета от среднего времени задержки в сети доступа для кодека G.726-32**

Интенсивность обслуживания связана со средним временем задержки пакета в сети доступа обратно пропорционально:



(2.19)



Время τj должно выбираться как минимальное из двух возможных значений. Первое значение – величина, полученная из последней формулы. Второе значение – та величина, которая определяется из условия ограничения загрузки системы – ρ. Обычно эта величина не должна превышать 0,5.

При среднем значении задержки в сети доступа 5 мс коэффициент использования равен:



(2.20)



Рассчитать коэффициент использования для случаев с различными кодеками.

При таком высоком использовании малейшие флуктуации параметров могут привести к нестабильной работе системы. Определим параметры системы при её использовании на 50%. Средняя длительность обслуживания будет равна



(2.21)

Определим интенсивность обслуживания при этом



(2.22)

Задержка в сети доступа рассчитывается по формуле:

, (секунд)

(2.23)

Рассчитывать вероятность s(t)=при известных λ и τ нецелесообразно, т.к. в Y.1541 вероятность P{t>50мс} < 0.001 определена для передачи из конца в конец.

При известном среднем размере пакета hj определить требуемую полосу пропускания

ϕj = βj⋅hj (бит/с)

ϕj =71890⋅163,84⋅8=94227661 бит/с=89,863 Мбит/с

ϕj =114200⋅81,92⋅8=74842112 бит/с=71,375 Мбит/с

Сравним полученные результаты (рисунок 4.)

****

**Рисунок 4 – Отображения результатов расчета: требуемая полоса пропускания**

Из графика видно, что для передачи одной и той же информации, то есть одного объема при использовании услуги Triple Play, необходима различная полоса пропускания. Предположим, что в структурном составе абонентов отсутствуют группы пользователей использующие видео, т.е. π2н ≈ π2+π2. При этом в вышеприведённом анализе следует опустить расчёт числа пакетов, возникающих при использовании сервисов высокоскоростной передачи данных и видеоуслуг.

Число генерирующих пакетов, возникающих в ЧНН, будет равно



где Ntel – число пакетов телефонии, генерируемое всеми пользователямив час наибольшей нагрузки;

Nint – число пакетов интернета, генерируемое второй группой пользователей в час наибольшей нагрузки

π2н – доля пользователей группы 2 в общей структуре абонентов

nj – число пакетов, генерируемых в секунду одним абонентом при использовании кодека G.711u;

t– средняя длительность разговора в секундах;

f – число вызовов в час наибольшей нагрузки;

N – общее число пользователей.

Число пакетов в секунду:



Среднее время обслуживания одного пакета при норме задержки 5 мс:



Коэффициент использования:



При использовании системы на 50%:





Требуемая пропускная способность:

φj = βj⋅hj , (бит/с)

φj = 103700163,848=135900000 бит/с=129,625 Мбит/с

φj = 14890081,928=97580000 бит/с=93,063 Мбит/с

Сравним полученные результаты (рисунок 5)

****

**Рисунок 5 – Отображения результатов расчета: требуемая полоса пропускания**

Из графика видно, что для передачи информации одного объема, необходима различная полоса пропускания, в данном случае при использовании кодека G.711u с длиной пакета 203,84 байт необходима большая полоса пропускания, чем при использовании кодека G.726-32 с длиной пакета 121,92 байт.

Построенная модель рассчитывает параметры сети, а именно время и интенсивность обслуживания одного ip пакета определенной длины, от времени задержки в сети доступа.

**Задание 3**

а) Провести расчет математической модели эффекта туннелирования в MPLS , применив MATHCAD или другую программу;

б) Рассчитать времени пребывания пакета в туннеле из N узлов V1 (N);

в) рассчитать время пребывания пакета в LSP- пути без туннеля V2(N);

г)на основе результатов расчета сравнить различные варианты и сделать выводы о возможности организации туннеля между первым узлом и узлом N.

Исходные данные для расчета приведены в таблице 6.

**Таблица 6- Данные к расчету**

|  |  |
| --- | --- |
| Первая буква фамилии | Д |
| число маршрутиза-торов N | 25 |
| Посл.цифра № зач.кн | 3 |
| ρ1 | 0,70 |
| ρ2 | 0,80 |
| ρ3 | 0,90 |
| Предпоследняя цифра номера зач. Книжки | 1 |
| , с-1 | 800 |
| m | 1,03 |

Выполнение задания 3

Эффект от организации туннеля, равен разности V1 и V2. При этих предположениях предлагается следующий алгоритм:

Шаг 1. Полагается N = М.

Шаг 2. Для n = 1,2, ..., N определяются величины размера пачки в Kn по формуле

(3.2)

.

Шаг 3. Определяется время V2(N) пребывания пакета в LSP - пути сети MPLS из N узлов (маршрутизаторов) без организации LSР - туннеля при наличии ограниченной очереди к узлу n длиной Kn по формуле

.

(3.3)

абонент телефония маршрутизатор трафик

Шаг 4. Определяется время V1(N) пребывания пакета в LSР - туннеле из N узлов по формуле (1)

****

**Рисунок 6 – Зависимость времени пребывания пакета в LSР - туннеле от количества узлов при ρ=0,7**

Шаг 5. Сравниваются величины V1(N) и V2(N). При положительной разнице V1(N) и V2(N) организация туннеля между первым узлом и узлом N не представляется целесообразной. В противном случае принимается решение организовать туннель между первым узлом и узлом n, и работа алгоритма завершается.

****

**Рисунок 7 - Зависимость времени пребывания пакета в LSР - туннеле от количества узлов при при ρ=0,8**

****

**Рисунок 8 - Зависимость времени пребывания пакета в LSР - туннеле от количества узлов при ρ=0,9**

Выигрыш во времени от организации туннеля равен разности V1 и V2 Нагрузка на LSP колеблется в диапазоне от р=0,7 до р=0,9. Результаты расчетов представлены на рисунках 6-8.

На этих рисунках видно, что при р=0,7 и р=0,80 организация туннеля не требуется, а при р=0,9 эффективна организация туннеля при N≥14.

**Заключение**

Проделав данную курсовую работу, и построив графики зависимостей различных величин, можно сделать следующие выводы:

- объем передаваемой информации обратно пропорционален полосе пропускания канала;

- число передаваемых кадров прямо пропорционально объему передаваемой информации;

 - скорость обслуживания кадров обратно пропорциональна общей длине кадра;

 - степень использования канала связи обратно пропорциональна скорости обслуживания; степень использования канала связи прямо пропорциональна скорости поступления кадров; степень использования канала связи прямо пропорциональна объему передаваемой информации.

- среднее число кадров, одновременно находящихся в системе обратно пропорционально скорости обслуживания; среднее число кадров, одновременно находящихся в системе прямо пропорционально объему передаваемой информации.

**Cписок литературы**

1. Будников В.Ю., Пономарев Б.А. Технологии обеспечения качества обслуживания в мультисервисных сетях / Вестник связи.- 2000.- №9.

2. Варакин Л. Телекоммуникационный феномен России / Вестник связи International.- 1999.- №4.

5. Варламова Е. IP-телефония в России/Connect! Мир связи.- 1999.- №9.

3 Гольдштейн Б.С. Сигнализация в сетях связи.-т. 1.- М.: Радио

и связь, 1998.

4 Гольдштейн Б.С., Ехриель И.М., Рерле Р.Д. Интеллектуальные сети.- М.: Радио и связь, 2000.

5. Кузнецов А.Е., ПинчукА. В., Суховицкий А.Л. Построение сетей IP-телефонии