ОЦЕНКА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЗВЕНА МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ

 Γ авар Мамедов 1 , Байрам Ибрагимов 2

Азербайджанский технический университет пр. Г.Джавида, 25, Баку, AZ1073, Азербайджан, тел.: (99412) 43933431 тел.: (99412) 432-48-78, E-mail: i.bayram@mail.ru²

Аннотация

В данной работе рассматриваются вопросы оценки пропускной способности звена мультисервисных сетей связи на базе многофункциональных абонентских и сетевых терминалов. На основе исследования эффективности функционирования системы, создана математическая модель звена мультисервисных сетей связи с коммутацией пакетов. Получены аналитические выражения для оценки характеристик пропускных способностей терминального оборудования мультисервисных сетей связи.

Введение

Бурное развитие телекоммуникационных систем на базе современных информационных и компьютерных технологий требует создания звена мультисервисных сетей связи на базе многофункциональных абонентских и сетевых терминалов с повышенной эффективностью. Исследована проблема повышения эффективности многофункционального абонентского и сетевого терминала (МАиСТ) мультисервисных сетей передачи различных видов информации — повышения пропускной способности передачи информационных потоков неоднородного трафика и определены их некоторые показатели QoS (Quality of Service) в [1, 2]. Вместе с тем, еще не решена задача оценки пропускной способности МАиСТ мультисервисных сетей в случае, когда совместно обслуживаются потоки неоднородного трафика (речи, данные, факсы, Internet, видео). Необходимость оценки пропускной способности мультисервисных сетей обусловлено тем, что бурное развитие абонентских и сетевых терминалов многофункционального и интеллектуального типа с внедрением новейших технологий IP-телефонии (Internet Protocol), Dsp(digital Signal Processing), ATM (Asynchronous Transfer Mode), ISDN (Integrated Services Digital Network), NGN(Next Generation Network) требует дальнейшего их исследования [3, 4].

В данной работе рассматривается решение выше сформулированной задачи – исследования и оценки характеристик пропускной способности звена мультисервисных сетей связи, с образованной многофункциональными абонентскими и сетевыми терминалами .

Постановка задачи. Для алгоритма расчета пропускной способности терминального оборудования мультисервисных сетей связи необходимо создать схему функционирования модели звена, которая наиболее точно будет учитывать телекоммуникационные процессы управления передачи потоков пакетов, протекающих в рассматриваемой сети при оказании услуг [5]. Причем каждый обслуживаемый трафик (речи, данные, видео и др.) предъявляет определенные требования к показателям системы телекоммуникации.

Математическая формулировка задача оценки характеристик пропускной способности трактов систем передачи при совместном обслуживании неоднородного трафика будет описываться следующими целевыми функциями:

$$Q_{\text{nc}} = \{ [\max_{i} (C_{i,\text{max}}, \eta_{i,\text{ocn}}), \min_{i} (D_{i,kn}, T_{i,\text{cp.3}})], i = \overline{1,n} \},$$
(1)

где Ci.max — максимальное значение пиковой пропускной способности терминального оборудования мультисервисных сетей связи при передаче i-го потока пакетов; Ti.cp.3 — среднее время задержки при передаче i-го потока пакетов; ηi .ocn — отношение сигнал-помеха (ОСП) при передаче i-го потока пакетов; Di.kn — коэффициент потерь пропускной способности трактов систем передачи мультисервисной сети.

Выражение (1) характеризует предлагаемый эффективный алгоритм расчета, который определяет показатели пропускной способности звена мультисервисных сетей связи на базе МАиСТ и сущности рассматриваемого подхода, позволяющей получать аналитические выражения для определения их некоторых качественных характеристик.

В соответствии с постановкой задачи объектом исследования является МАиСТ мультисервисных сетей связи, на которых реализованы технологии пакетной передачи неоднородного трафика.

Для формализации процедуры расчета характеристик пропускной способности МАиСТ мультисервисных сетей связи, необходимо создать математическую модель звена сетей связи, которая наиболее точно будет отражать телекоммуникационные процессы, протекающие в исследуемой сети и позволить получит аналитические выражения для вычисления их основных скоростных характеристик.

Схема функционирования модели звена мультисервисных сетей связи. Для реализация целевой функции (1), характеризующей подход оценки пропускной способности MAuCT мультисервисных сетей, которая создает основу предлагаемого алгоритма расчета передачи потоков пакетов неоднородного

трафика, предложена простейшая структура трактов систем передачи, состоящих из МА и СТ на базе DSP-технологии при оказании интегрированного (IntServ) и дифференцированного (DiffServ) качества обслуживания разнотипных пакетов гетерогенного трафика [1, 6]. Данная схема определяет структурные модели звена сетей связи [5], которая позволяет более точно учесть телекоммуникационные процессы, протекающие в исследуемой мультисервисной сети на базе технологий NGN, ATM и IP-телефонии.

Из схемы видно, что представленная структура трактов систем передачи мультисервисных сетей, в частном случае, для реализации алгоритма «End to end – от источника до получателя» содержит следующие функциональные блочно-модульные системы, предусматривающие передачу и прием информационных потоков пакетов неоднородного трафика МАиСТ: буферный накопитель входного порта (аналогоцифровые и цифро-аналоговые преобразователи и кодеры), интегральные мультиплексоры (мультиплексор – демультиплексор), цифровой процессор обработки сигналов, устройства сжатия данных и сборка-разборка пакетов, граничные маршрутизаторы (порт канального интерфейса, модемный процессор) выходной порт - виртуального коммутатора АТМ/IP и др .

С учетом [2, 4] считаем, что в модуль буферного накопителя входного порта поступают марковские входящие потоки пакетов (MAP – Markov Arrival Process) с параметрами λ вх (λ_p , λ_{np} , λ_s), образуемые в результате суперпозиции п неоднородных информационных потоках с интенсивностью λ_i , создаваемых различными типами источников (голоса, факсы, Internet, данные и видео) нагрузки.

Допустим, что на звено мультисервисной сети связи, имеющей Ni.m MAиCT и характеризующейся с ограниченным доступом d, поступает стационарный марковский потоков пакетов с параметрами λ_i , $i=\overline{1,n}$ а потом с вероятностью Pi, поступает пакет граничному маршрутизатору и коммутатору, требующий для гарантированного обслуживания i-го терминалов, которое определяется следующим образом [2]:

$$P_i = \frac{\lambda_i}{\lambda}$$
, $\lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i$, $i = \overline{1, n}$, $n \le d$. (2)

Из алгоритма работы модели функционирования звена сети следует, что структура трактов систем передачи описывается одноканальной системой массового обслуживания с произвольным распределением времени обслуживания - MAP/G/1/Nбн [2] с некоторыми допущениями и одним терминалом с буферным накопителем (БН) конечной емкости Nбн, 1≤ Nбн<∞. БН входного порта работает по дисциплине FIFO. Звенья мультисервисной сети, состоящие из МА и СТ занумерованы от 1 до j+1, их соединяющие, занумерованы последовательно от 1 до j. Скорость j-го МА и СТ равна Vj. Переменными величинами будут значения интенсивностей нагрузок передаваемых по каждому из маршрутов, и значения числа ка-

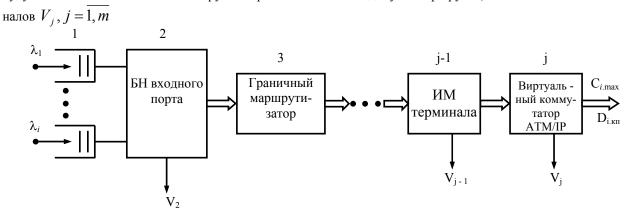


Рис.1. Структурная схема трактов систем передачи мультисервисной сети, состоящей из многофункциональных абонентских и сетевых терминалов

На основе (1) и системно-технического анализа схемы функционирования модели звена мультисервисной сети связи создан эффективный алгоритм расчета, учитывающий объединение процессов разного обслуживания и мультиплексирование потоков пакетов неоднородного трафика, который позволяет оценить характеристики трактов систем передачи.

Оценка характеристики трактов систем передачи неоднородного трафика

Для оценки показателей трактов систем передачи на основе алгоритма расчета необходимо обратить особое внимание на требуемую скорость передачи звеньев $V_{i,t}$, по заданной скорости поступления

входного потока λ_i , загрузке системы $\rho_i(\lambda_{\text{вx}})<1$, матрице маршрутов Λ_i , и количеству абонентских и сетевых терминалов $N_{i,m}$, $i=\overline{1,n}$.

На основе структурной модели функционирования звена мультисервисных сетей связи определено, что скорость поступления потоков пакетов на звено в этом случае зависит от текущего состоянии системы – от числа уже поступивших пакетов. Эти условия можно сформулировать с помощью процесса размножения и гибели в следующим виде [2]:

$$\lambda_i = egin{cases} \lambda \cdot (N_{_m} - i) \,, \, ec\pi u & i = \overline{0}, \overline{N}_{_m} \\ 0 & , ec\pi u & i > \overline{N}_{_m} \end{cases}$$
 , $\mu_i = \mathrm{i} \cdot \mu$, $ec\pi u \cdot 0 \leq \mathrm{i} \leq \mathrm{N}_{\mathrm{m}}$

Одним из важных показателей качества функционирования трактов системы передачи потоков разнотипных пакетов является максимальное значение пиковой пропускной способности (Peak-raite throughput), характеризующей максимальное число пакетов, при котором звено сети с помощью МАиСТ может передавать в единицу времени.

Максимальное значение пиковой пропускной способности при передаче i-го потока пакетов при допустимом значении ОСП ni.ocn.доп в звеньях сетей связи определяется следующим выражением:

$$C_{i,\max} (\eta_{i,\text{oct}} \ge \eta_{i,\text{oct},\text{дot}}) = \sum_{i=1}^{n} [V_{i,t} \cdot N_{i,t,\partial on}] \cdot K_{i,c,\infty} \qquad i = \overline{1,n}$$
(3)

где Ki.cж – коэффициент сжатия трафика i-го потока пакетов на основе дифференциальных алгоритмов данных и алгоритмов интерполяции речевых и видеосигналов.

Из алгоритма работы звена сетей связи следует, что среднее время задержки передачи пакетов состоит из временных характеристик трактов систем передачи трафика и зависит от количества Ni.m. блочно-модульных систем абонентских и сетевых терминалов, которые приводят к возрастанию Ti.cp.3.

На основе структурной схемы трактов систем передачи мультисервисной сети, состоящих из МА-иСТ при реализация алгоритма «End to end» выявлено, что значение суммарной битовой скорости трафика от всех источников i-го звена [4], передающих потоков пакетов по каналом связи j-й виртуального коммутатора, определяется как

$$V_{ij}^{\delta c} = \frac{1}{N_{ij}^{t}} \sum_{n=1}^{N_{ij}} V_{ij}^{(n)} , \quad i = \overline{1, n},$$
(4)

где n – количество источников сообщения; N_{ij}^t – число MAиCT в системе передачи мультисервисной сети, начиная от всех источников i-й области до получателей j-й областями.

На основе системно-технического анализа схемы функционирования модели звена мультисервисной сети связи на базе МА и СТ выявлено, что в трактах систем передачи потоков пакетов происходит потеря пропускной способности. Эта происходит именно на звене сети при реализации алгоритма «End to end» из-за последовательно соединенных терминальных элементов и воздействия различных источников помех. Под потерей пропускной способности на звене мультисервисной сети подразумевается степень нереализованности потенциально достижимой пропускной способности трактоа системы передачи потоков пакетов МА и СТ.

Пропускная способность звена мультисервисных сетей связи на базе МАиСТ зависит как от статистических свойств флуктуаций модемных сигналов в трактах систем передачи, так и используемых методов модуляции и помехоустойчивого кодирования передаваемой информационных потоков неоднородного трафика.

Коэффициент потерь пропускной способности трактов систем передачи мультисервисной сети, состоящих из МА и СТ будем оценивать с помощью максимальной пакетной скорости на звене сети Vi.max.п при условии выполнения заданных требований к средней вероятности ошибки приема на бит

 $P_{i.c.ou.} \leq P_{i.c.ou.don}, i = 1, n.$

Установлено [2, 5], что при нормальном функционировании звена сетей связи, когда отсутствует неограниченное возрастание очереди $\rho(\lambda ij)<1$ и нет ограничений по доступу (i=j), коэффициенты потерь пропускной способности МАиСТ мультисервисных сетей Dkп должны быть меньше единицы и определяется следующим выражением:

$$D_{i.kn}(P_{i.c.ou.} \leq P_{i.c.ou.oon}) = 1 - \frac{V_{i.max.n}}{C_{i.max}(\eta_{i.ocn} \geq \eta_{i,ocn.oon})} < 1.$$

$$(5)$$

где $V_{i,max,n}$ – пакетная скорость передачи MA и CT мультисервисных сетей связи при передаче i-го трафи-

IES

The Sixth International Conference "INTERNET –EDUCATION - SCIENCE" Vinnytsia, Ukraine, October 7 –11, 2008

ка и с учетом (4) определяется неравенством

$$V_{i.max.n} \ge V_{i.ucx.m} + V_{j.ex.m}, \quad i=j$$

 $V_{i.\text{исх.т}},\ V_{j.\text{вх.т}}$ – соответственно, скорость передачи исходящего и приема входящего неоднородного трафика .

Из (3), (4) и (5) следует, что определение скоростных характеристик трактов системы передачи позволяет оценить коэффициенты потерь пропускной способности звена мультисервисных сетей связи на базе MAuCT, а также нижние и верхние границы потенциально достижимой пропускной способности MAuCT мультисервисных сетей связи.

Литература:

- [1] Ершов В.А., Кузнецов Н.А. Метод расчета пропускной способности магистралей мультисервисных телекоммуникационных сетей // Труды Международной Академии Связи № 1 (9), Приложение к журналу «Электросвязь», 1999.
- [2] Вишневский В.М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей. Москва.: Техносфера, 2003.
- [3] Яновский Г.Г. Проблемы построения мультисервисных сетей // Сборник трудов юбилейная научная конференция «Связисты СПбГУТ и Телекоммуникации XXI века». СПбГУТ, Санкт-Петербург. 2000
- [4] Назаров А.Н. Модели и методы расчета структурно-сетевых параметров АТМ-сетей. М.: Горячая линия Телеком. 2002.
- [5] .Ибрагимов Б.Г. Эффективность передачи неоднородного трафика многофункциональным абонентским терминалом // Электросвязь. 2002. №7.
- [6] Зайченко Е.Ю. Сети АТМ: Моделирование, анализ и оптимизация. Киев.: 2003.