

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра системного анализа
и автоматического управления

**ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ РЕСУРСА ПЕРЕДАЧИ
ИНФОРМАЦИИ В МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЯХ**
АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 481 группы
направления 27.03.03 — Системный анализ и управление
факультета компьютерных наук и информационных технологий
Селифоновой Юлии Владимировны

Научный руководитель

к. ф.-м. н., доцент

И. Е. Тананко

Заведующий кафедрой

к. ф.-м. н., доцент

И. Е. Тананко

Саратов 2021

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. В настоящее время развитие телекоммуникационных сетей происходит в направлении роста рынка мультисервисных услуг, внедрения новых телекоммуникационных и информационных технологий. Внедрение новых услуг и поддержание существующих требуют соответствующих сетевых ресурсов. Условия рынка требуют повышения качества предоставляемых услуг, а это напрямую связано с затратами. Операторы связи заинтересованы в снижении эксплуатационных расходов и повышении эффективности эксплуатации сетей связи. Пользователи, наоборот, заинтересованы в том, чтобы получать более качественный продукт за наименьшую оплату. В связи с тем, что эта тема была и есть актуальна сейчас, производится внедрение эффективных алгоритмов оценки ресурса передачи информации и качества обслуживания.

При построении моделей оценки канального ресурса для обслуживания трафика предполагается, что объём выделяемого ресурса не меняется за время соединения и средняя длительность обслуживания заявки фиксирована для каждого потока. Общим для всех моделей, которые будут рассматриваться, является наличие эффективного алгоритма вычисления значений показателей качества совместного обслуживания заявок, поэтому они называются основными. Всего будет рассмотрено две схемы занятия канального ресурса - базовая модель и обобщенная базовая модель по схеме формирования входных потоков заявок [1].

Базовая модель - это эффективный рекурсивный алгоритм оценки основных показателей качества обслуживания заявок, в котором доказана независимость рассчитываемых показателей от функции распределения времени занятия ресурса. Данная модель считается оптимальным алгоритмом оценки минимально необходимого объёма канального ресурса [2].

В обобщённой базовой модели интервалы времени между поступлениями заявок также имеют экспоненциальное распределение, но с параметром, зависящим от числа заявок рассматриваемого потока, находящихся на обслуживании.

В ходе производственной и преддипломной практики был разработан алгоритм оценки ресурса передачи информации в мультисервисных сетях, а также программа для оценки численного примера передачи трафика в

мультисервисных сетях. По результатам программы стало возможным провести анализ качества передаваемых данных по мультисервисной сети связи с несколькими классами требований. Среди исследованных характеристик в СМО, от которых зависит доставка информации, были: интенсивность потока требований, интенсивность обслуживания, число единиц доступного ресурса, длительность пребывания определенного класса в СМО и т.д

Цель бакалаврской работы – исследование модели оценки ресурса передачи трафика в мультисервисных сетях.

Поставленная цель определила **следующие задачи**:

- изучить базовую модель оценки канального ресурса;
- разработать алгоритм анализа модели передачи информации в мультисервисных сетях связи;
- разработать программу анализа параметров качества обслуживания в мультисервисных сетях;
- провести исследование оценки ресурса передачи данных в мультисервисных сетях.

Методологические основы исследования моделей оценки ресурса передачи информации в мультисервисных сетях представлены в работах С.Н. Степанова, В.С. Лагутина [1] - [3], В.Б. Иверсена [4] - [6].

Теоретическая и практическая значимость бакалаврской работы. В ходе выполнения работы была рассмотрена базовая модель оценки канального ресурса в мультисервисных сетях. В анализируемой системе рассматривается процесс совместного использования канального ресурса звена мультисервисной сети произвольным числом пуассоновских потоков заявок, различающихся интенсивностью поступления, количеством ресурса, выделяемого для обслуживания одной заявки, и временем его занятия на передачу информации пользователя.

Практическая значимость работы заключается в возможности дальнейшего использования программного продукта (программы для анализа параметров качества обслуживания в мультисервисных сетях) для исследования базовой модели оценки ресурса в мультисервисной сети.

Структура и объём работы. Бакалаврская работа состоит из введения, 7 разделов, заключения, списка использованных источников и 2 приложений. Общий объем работы – 73 страницы, из них 61 страница – основное

содержание, включая 15 рисунков и 1 таблицы, список использованных источников информации – 20 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первый раздел "Базовая модель" посвящен описанию эффективного рекурсивного алгоритма оценки основных показателей качества обслуживания заявок, в котором доказана независимость рассчитываемых показателей от функции распределения времени занятия ресурса.

В подразделе 1.1 описываются основные определения системы, где:

n – количество потоков заявок на выделение канального ресурса;

λ_k – интенсивность поступления заявок, где $k = 1, 2, \dots, n$;

v – скорость передачи информации мультисервисной линии (в ед. канал. ресурса);

b_k – число единиц ресурса линии, необходимого для обслуживания одной заявки k -го потока;

$\frac{1}{\mu_k}$ – среднее время занятия канального ресурса на её обслуживание, $k = 1, 2, \dots, n$.

i_k – число заявок k -го потока, находящихся на обслуживании;

i – общее число единиц ресурса мультисервисной линии, занятых обслуживанием заявок всех потоков.

Также в подразделе описывается схема занятия канального ресурса, зависящая от типа поступившей заявки, и процесс обслуживания каждой группы заявок:

Значение i определяется из выражения $i = \sum_{k=1}^n b_k i_k$. Тогда заявка k -го потока принимается к обслуживанию, если выполняется неравенство $i + b_k \leq v$. Соответственно, если $i + b_k > v$, то поступившая заявка теряется без возобновления

В подразделе 1.2 рассматривается математическое описание модели. Основной областью использования исследуемой модели является определение необходимого объёма канального ресурса для передачи трафика сервисов реального времени. Качество обслуживания заявок k -го потока определяется долей π_k потерянных заявок и средней величиной m_k занятого канального ресурса, значения определяются из равенств

$$\pi_k = \sum_{(i_1, i_2, \dots, i_n) \in U_k} p(i_1, i_2, \dots, i_n),$$

$$m_k = \sum_{(i_1, i_2, \dots, i_n) \in S} p(i_1, i_2, \dots, i_n) i_k b_k.$$

В подразделе 1.3 описывается свойство мультипликативности, выполнение которого позволяет представить значения стационарных вероятностей $p(i_1, i_2, \dots, i_n)$ в виде следующего соотношения

$$p(i_1, i_2, \dots, i_n) = \frac{1}{N} \frac{\left(\frac{\lambda_1}{\mu_1}\right)^{i_1}}{i_1!} \frac{\left(\frac{\lambda_2}{\mu_2}\right)^{i_2}}{i_2!} \dots \frac{\left(\frac{\lambda_n}{\mu_n}\right)^{i_n}}{i_n!}, \quad (1)$$

$$(i_1, i_2, \dots, i_n) \in S,$$

где N – нормированная константа, определяющаяся из равенства

$$N = \sum_{(i_1, i_2, \dots, i_n) \in S} \frac{\left(\frac{\lambda_1}{\mu_1}\right)^{i_1}}{i_1!} \frac{\left(\frac{\lambda_2}{\mu_2}\right)^{i_2}}{i_2!} \dots \frac{\left(\frac{\lambda_n}{\mu_n}\right)^{i_n}}{i_n!}.$$

Модель, описанная в данном разделе, считается оптимальным алгоритмом оценки минимально необходимого объёма канального ресурса.

В подразделе 1.4 изучается рекурсивный алгоритм – эффективное средство оценки показателей качества обслуживания заявок. Тем самым значительно упростилась проблема нахождения минимального объёма канального ресурса линии, обеспечивающего заданные (нормированные) значения характеристик приёма заявок на обслуживание.

Эффективный алгоритм оценки $\pi_k, m_k, k = 1, 2, \dots, n$ основан на использовании вероятностей пребывания $r(t)$ во множестве состояний $S_i \subset S$, куда входят состояния $(i_1, i_2, \dots, i_n) \in S$, удовлетворяющие условию

$$i_1 b_1 + i_2 b_2 + \dots + i_n b_n = i.$$

В подразделе 1.5 рассмотрена традиционная схема оценки канального ресурса. В общей постановке сформулированная задача решается методом перебора. Её реализация на примере исследуемой модели мультисервисной линии состоит в выполнении следующих шагов:

1. Задаются необходимые исходные данные.
2. Производится расчет значения функционала с использованием ре-

курсии.

3. Значение функционала сравнивается с нормированной величиной.

Если канального ресурса недостаточно, то его объём увеличивается, например, на единицу, и расчёты повторяются. В противном случае задача оценки канального ресурса считается решённой.

Для данной схемы определяются вероятности всех состояний модели, которые возникают при изменении величины канального ресурса от 1 до v .

В подразделе 1.6 описывается оптимизированная схема занятия канального ресурса, в которой находятся только те значения вероятностей, которые необходимы для ведения рекурсии и оценки показателей качества обслуживания заявок. Схема доказывает, что исследуемая модель мультисервисной линии обладает свойствами, позволяющими решить проблему оценки необходимого объема канального ресурса более эффективным образом.

Во втором разделе "Модель с обобщенной схемой формирования входного потока" рассмотрена более общая процедура формирования входного потока.

В подразделе 2.1 описывается процесс поступления заявок. В данном случае схема функционирования системы из раздела 1 и обозначения ее основных характеристик сохраняются, но изменяется процесс моделирования интервала времени между последовательными поступлениями заявок на выделение канального ресурса от каждого из входных потоков. Теперь его параметр будет зависеть от значения i_k – числа заявок k -го потока уже находящихся на обслуживании.

В подразделах 2.2 – 2.6 также рассматривается система уравнений равновесия, рекурсивный алгоритм, оценка показателей качества обслуживания и оптимизированная схема оценки канального ресурса, как и для базовой модели, но с учетом зависимости параметра моделирования интервала времени между поступлениями заявок от числа заявок уже находящихся на обслуживании.

Третий раздел "Разработка программы анализа производительности передачи данных для модели мультисервисной системы" посвящен описанию программы-сетевого монитора для отслеживания главных показателей в реальной системе в фоновом режиме (в сети Интернет) и сохранить их для дальнейшего анализа.

В четвертом разделе "Алгоритм анализа модели передачи информации в мультисервисных сетях связи" описаны главные характеристики и формулы для построения алгоритма анализа параметров качества обслуживания в мультисервисных сетях связи.

В пятом разделе "Структурная схема алгоритма" проиллюстрирована блок-схема алгоритма анализа параметров качества обслуживания в мультисервисных сетях.

В подразделе 5.1 содержится описание блоков алгоритма, которое служит основой написания программы для определения качества обслуживания требований.

Шестой раздел "Программа анализа параметров качества обслуживания в мультисервисных сетях" посвящен описанию программы, реализованной на основе базовой модели оценки канального ресурса: описана структура программы, ее предзнаменование, основные формулы, использующиеся для нахождения характеристик системы массового обслуживания.

В седьмом разделе "Пример использования программы" приведен численный пример использования программы анализа параметров качества обслуживания в мультисервисных сетях, по которой можем определить: стационарную вероятность состояния для каждого возможного состояния СМО, вероятность потерь требований k -го класса, м.о. числа k -требований в системах, фактические интенсивности потоков, м.о. длительности пребывания требований в СМО.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования модели оценки ресурса передачи данных в мультисервисных сетях были произведены исследования передачи трафика (видео, голоса, данных) по сети Интернет, а также исследование программы для получения точных характеристик СМО (м.о. числа требований каждого класса в этой СМО, действенные интенсивности потоков k -требований в СМО, м.о. длительности пребывания требований каждого класса), вероятности отказов в обслуживании требований каждого класса). В 1 главе описывается разработка и написание программы на языке С для мониторинга сети. Ее задача заключается в том, чтобы иметь возможность анализировать сеть и отправлять уведомления о ее состоянии в любую точку мира. Мы можем узнать такие

параметры как: возможность соединения, среднее значение ping до хоста, а главное – среднюю потерю пакетов данных.

Во 2 главе исследуется базовая модель, в которой рассматривается процесс совместного использования канального ресурса звена мультисервисной сети произвольным числом пуассоновских потоков заявок, различающихся интенсивностью поступления, количеством ресурса, выделяемого для обслуживания одной заявки, и временем его занятия на передачу информации пользователя.

В 3 главе описывается разработка программы-сетевого монитора для анализа производительности передачи данных для модели мультисервисной системы.

В 4-5 главах описывается алгоритм, по которому будет проводиться анализ модели передачи данных.

В 6 и 7 главах описана работа программы и приведен численный пример, на котором можно убедиться в качестве передаваемых данных по введенным параметрам.

Для качественного предоставления услуг связи необходимо, чтобы показатели качества удовлетворяли требованиям, предъявляемым при передаче данного вида трафика. Если этого не происходит, то пользователь может заявить поставщику услуг связи о некачественном предоставлении сервиса, разорвать договор и подать в суд на интернет-провайдера, взыскав денежную компенсацию.

Задача исследования мультисервисных сетей связи (в частности, передача голосовых и видеосообщений) с целью оценки качества функционирования для гарантированного качества оказываемых услуг является актуальной и будет исследоваться мной в последующем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Наумов, В.А., Самуйлов, К.Е., Яркина, Н.В. Теория телетрафика мультисервисных сетей. М.: Изд-во РУДН, 2007. – 191 с.
- 2 Лагутин, В.С., Степанов, С.Н. Телетрафик мультисервисных сетей связи. М.: Радио и связь, 2000. – 320 с.
- 3 Степанов, С.Н. Основы телетрафика мультисервисных сетей. М.: Экот-Тендз, 2010. – 394 с.

- 4 Степанов, С.Н., Иверсен, В.Б. Способы уменьшения объёма вычислений при расчёте моделей систем связи с потерями, основанные на игнорировании маловероятных состояний // Проблемы передачи информации, 2001. Том. 37. Вып.3.– 95 с.
- 5 Iversen V.B. Teletraffic Engineering Handbook. IVC-D.: Nov 2002. – 310 с.
- 6 Iversen V.B., Stepanov S.N. Derivatives of Blocking Probabilities for Multi-Service Loss System and their Applications // Proc. 7th International Conference, Next Generation Teletraffic and Wired/Wireless Advanced Networking (NEW2AN 2007). Russia. St.Petersburg, September 2007. – 260-268 с.
- 7 Башарин, Г.П., Бочаров, П.П. Коган Я.А. Анализ очередей в вычислительных сетях. Теория и методы расчёта. М.: Наука, 1989. – 334 с.
- 8 Гнеденко, Б.В., Коваленко, И.Н. Введение в теорию массового обслуживания. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 432 с.
- 9 Бочаров, П., Печинкин, В. Теория массового обслуживания. М.: Изд-во РУДН , 1995. – 529 с.
- 10 Gross D., Harris C.M. Fundamentals of queueing theory. New York.: John Wiley, 2008. – 528 с.
- 11 Яновский, Г.Г. Качество обслуживания в сетях IP — М.: Вестник связи, 2008. - 108 с.
- 12 Копачев, А.Г. Методы управления трафиком в мультисервисных сетях — Спб.: Информатизация образования, 2004. - 67-74 с.
- 13 Джагацпаян, Г.Г. Требования к абонентскому каналу для услуги Triple Play — М.: Электросвязь, 2007. - 150 с.
- 14 Мартин, Дж. Системный анализ передачи данных — Пер: с англ. — М.: Мир, 1975 – 431. с.
- 15 Джагацпаян, Г.Г. Разработка алгоритмов оценки ресурса узла доступа мультисервисной сети связи — Диссерт., Москва, 2007. - 150 с.
- 16 Биллиг, В. А. Основы программирования на C# — М.: Лаборатория знаний, 2012. - 488 с.
- 17 Секунов, Н. Самоучитель C# —М.: БХВ-Петербург, 2001. - 576 с.

- 18 Степанов, С. Н. Теория телетрафика. Концепции, модели, приложения — М.: Горячая линия-Телеком, 2015. – 808 с.
- 19 Захаров, Г.П., Варакосин, Н.П. Расчёт количества каналов связи при обслуживании с ожиданием. Номограммы и таблицы — М.: Связь, 1967, - 212 с.
- 20 Ершов, В. А, Кузнецов, Н. А Мультисервисные коммуникационные сети — М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2003. – 432 с.