

**УЗБЕКСКОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

На правах рукописи
УДК 621.391.28:004

Рогачев Игорь Михайлович

**МОДЕЛИ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ ТРАФИКОМ В
СЕТЯХ АТМ**

специальность 05.12.14 – «Сети, узлы связи и распределение
информации»

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Ташкент 2004

Работа выполнена на кафедре «Компьютерные системы и технологии» Ташкентского университета информационных технологий

Научный руководитель:

кандидат технических наук, доцент

Абдурахманов Р.П.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор

Нигматов Х.Н.

кандидат технических наук, доцент

Камалов Ю.К

Ведущая организация:

Центр научно-технических исследований (ЦНТМИ)

A
A/2398
P592
Рогачев И.М.
Модели механизмов управления...
Т., 2004

Защита состоится 7 и
специализированного с
университете информации
700084, г. Ташкент, ул. Ам

24.08.04
Мамедов Б/у

С диссертацией
Ташкентского уни

Отзывы на автор
печатью, просьба
ученого секретаря

Автореферат разо

Ученый секретарь
Специализированного
К.001.25.01, к.т.н

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Введение. Создание высокоэффективной телекоммуникационной среды является важнейшей национальной проблемой. Одной из задач по решению данной проблемы, является проектирование и создание широкополосных цифровых сетей с интеграцией служб (ШЦСИС), на базе технологии АТМ (асинхронный режим переноса), предназначенных для обеспечения широкого спектра телекоммуникационных услуг.

Требуемое качество обслуживания в сети АТМ может быть обеспечено только при использовании эффективных механизмов управления ресурсами и борьбы с перегрузками. Разработка подобных механизмов, наряду с решением задачи анализа вероятностно-временных характеристик (ВВХ), рассматривались в большом количестве работ. В числе авторов, получивших важные результаты в этой области можно отметить работы Г.П.Захарова, А.Н.Назарова, Д.А.Абдуллаева, Х.Нигматова, Л.Б.Богуславского, В.Г.Лазарева, С.Н.Степанова, Б.С.Цыбакова, В.С.Шибанова, Г.Г.Яновского, Р.Kuln, T.Org, H.Saito и др.

В настоящее время существующая цифровая сеть не может обеспечить нормальную работу всех услуг, востребованных абонентами, не говоря уже о мультимедийных приложениях, требующих соблюдения заданных параметров качества обслуживания. Различные типы используемых приложений с различными параметрами предъявляют специфические требования к качеству обслуживания. Соответственно, для обеспечения необходимых значений параметров качества обслуживания необходимы специальные механизмы управления нагрузкой. Однако, как показал анализ документов Форума АТМ и рекомендаций МСЭ-Т, стандартизированные механизмы несут общий характер и не учитывают особенности того или иного типа трафика. Поэтому сегодня, при растущих масштабах использования технологии АТМ для новых мультимедийных приложений, таких, как передача компрессированного голоса, видео, трафика Интернет, задача усовершенствования механизмов управления трафиком и ресурсами сети является актуальной.

Цель и задачи исследования. Целью диссертационной работы является разработка новых механизмов управления трафиком в сетях АТМ и анализ ВВХ предложенных алгоритмов управления. Поставленная цель обусловила необходимость решения следующих основных задач:

- Анализ и качественное сравнение механизмов управления трафиком в сетях АТМ, определенных рекомендациями Международного Союза Электросвязи и документами Форума АТМ;
- Разработка нового механизма управления мультимедийной нагрузкой с прогнозированием входящего трафика;
- Анализ рассчитанных ВВХ и сравнение с ВВХ стандартизированных механизмов;

- Расчет сети АТМ по предложенной методике с использованием разработанного механизма управления трафиком.

Методы исследования. Проводимые исследования базируются на теории вероятностей, теории массового обслуживания, теории управляемых марковских процессов, теории оптимизации, теории имитационного моделирования, математической статистике и теории нейронных сетей (НС).

Для численных расчетов использовался компьютерный математический пакет Mathcad 11. Программное обеспечение, необходимое для решения задач, использующих имитационное моделирование, реализовано на языке программирования Turbo Pascal в интегрированной среде разработки DELPHI 7.0.

Научная новизна. Основными научными результатами диссертации являются:

1. Математические модели механизмов одноуровневого и двухуровневого ограничения нагрузки ($M/MPP/M/1/r$) для сетей АТМ.
2. Новый механизм управления трафиком для услуги «доступная скорость передачи» на базе процедуры прогнозирования поступающей нагрузки.
3. В механизм управления вводится элемент прогнозирования на основе нейронной сети прямого распространения, позволяющий адекватно реагировать на изменения входящего трафика.

Практическая значимость результатов исследования.

1. Определены диапазоны нагрузок, в которых могут быть применены предложенные механизмы управления мультимедийной нагрузкой.
2. Проведен численный расчет сети АТМ с применением предложенного механизма управления для сети «УзПАК».
3. Использование результатов диссертации по разработке нового механизма управления трафиком на этапе проектирования окончательного оборудования мультимедийного пользователя ШЦСИС позволит улучшить показатели качества обслуживания.

Реализация результатов работы. Диссертационная работа является составной частью госбюджетной научно-исследовательской работы «Исследование, разработка и оптимизация телекоммуникационных устройств, систем и сетей», проводимой в 2000-2003 гг. на кафедре «КСиТ» ТУИТ. Результаты диссертационной работы использованы на предприятии Национальной сети передачи данных «УзПАК» и внедрены в учебный процесс по дисциплинам «Компьютерные сети» и «Синхронные и асинхронные цифровые сети и системы коммутации».

Апробация работы и публикации. Результаты диссертации были представлены и обсуждены на следующих семинарах и конференциях:

1. Первая Международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов «Техника и технологии связи», Минск, 1999г.
2. Республиканская научная конференция «Математическое моделирование и вычислительный эксперимент», Ташкент, 2002 г.
3. Восьмая Международная Конференция по информационным сетям, системам и технологиям (МКИСС и Т), Санкт-Петербург, 2002 г.
4. Международная научно-практическая конференция «Техника и технология дистанционного обучения», ТЭИС, Ташкент, 2002 г.
5. Сборник научных трудов конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов ТЭИС, Ташкент, 2001, 2002 гг.
6. 5-я Международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов стран СНГ «Техника и технология связи», Новосибирск, 2003 г.
7. Республиканская научно-техническая конференция «Информационно-коммуникационные технологии», Ташкент, 2004 г.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Математические модели одноуровневого и двухуровневого механизмов ограничения нагрузки (управления трафиком) ММРР/М/1/г для услуги «доступная скорость передачи».
2. Механизм управления трафиком для услуги «доступная скорость передачи» с применением элемента прогнозирования поступающей нагрузки на базе нейронной сети прямого распространения.
3. Методика расчета ЦЩСИС с использованием технологии АТМ в качестве транспортной среды

Личный вклад автора. Основные научные положения, теоретические выводы и рекомендации, содержащиеся в диссертационной работе, получены автором самостоятельно.

Публикации. Основные результаты диссертационной работы опубликованы в научных журналах Узбекистана – 2, в международных сборниках - 4, в сборниках Республиканских научно-технических конференций – 3, в сборниках научных трудов ТУИТ - 3.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа содержит 137 страниц машинописного текста, 52 рисунка и список литературы из 97 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цели и задачи работы, перечислены основные научные результаты диссертации, определены практическая ценность и область применения результатов исследования, приведены сведения об апробации работы, представлены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе на основании изучения литературных источников проведен подробный анализ и качественное сравнение механизмов управления трафиком в сетях АТМ, определенных рекомендациями Международного Союза Электросвязи (МСЭ-Т) и документами Форума АТМ. Разработана детальная классификация механизмов управления трафиком и определен набор критериев, по которым может быть оценена эффективность применяемых механизмов ограничения нагрузки. Показано, что представленные в спецификациях МСЭ-Т и Форума АТМ механизмы управления трафиком носят общий характер и не ориентированы на определенный тип услуги доставки информации, используемой для каждого конкретного случая. Стандартизированный механизм Leaky Bucket (LB) не учитывает профиль поступающего трафика для услуги «доступная скорость передачи» (ABR). В заключении раздела определены и сформулированы основные направления исследования и совокупность задач, которые должны быть рассмотрены в диссертационной работе. В частности, новые подходы и методы реализации механизмов управления трафиком обусловлены необходимостью удовлетворения требований пользователей к полосе пропускания и качеству обслуживания для широкого диапазона предлагаемых услуг.

Вторая глава посвящена разработке математических моделей систем массового обслуживания с потоком на входе, описываемым марковским модулируемым пуассоновским процессом (ММРР), на базе которых описываются системы ограничения нагрузки. Целью разработки данных механизмов является улучшение одного из основных параметров функционирования – «Вероятности потери ячейки», по сравнению с классическим механизмом одноуровневого управления и стандартизированным механизмом LB. Разработана и исследована модель системы массового обслуживания (СМО) с конечным буфером и ММРР потоком на входе системы, в которой действует механизм одноуровневого ограничения входного потока для управления мультимедийным трафиком в оборудовании АТМ (ММРР/М/1/r). На рис. 1 представлена модель системы ограничения нагрузки с одноуровневым управлением.

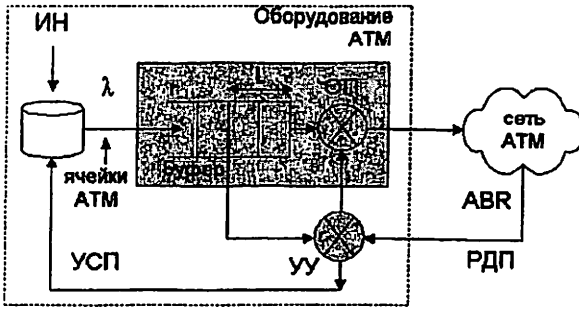


Рис.1. Модель одноуровневого управления мультимедийным трафиком в оборудовании ATM с использованием услуги ABR

Изменение интенсивности поступления нагрузки на вход СМО определяется следующими соотношениями:

$$\lambda(q'(t)) = \begin{cases} \lambda = \lambda_1, & 0 \leq q'(t) \leq L \\ \lambda = \lambda_2, & q'(t) > L, \lambda_2 = \alpha \lambda_1 \end{cases}, \quad (1)$$

где $\mu_1 = \mu_2$ - интенсивности обслуживания;

$\alpha \leq 1$ - коэффициент ограничения;

$q'(t)$ - мгновенное значение количества ячеек в буфере.

В случае, если значение величины $q'(t)$ превышает значение размера порога L , то входящий трафик (поступающая нагрузка) ограничивается, т.е. интенсивность λ_2 будет равняться: $\lambda_2 = \alpha \cdot \lambda_1$, где $\alpha < 1$ - это коэффициент ограничения. Ограничение входного потока ведет к уменьшению размера очереди в буфере. Если в результате уменьшения интенсивности в системе не наступает перегрузка то интенсивность поступления заявок в очередь восстанавливается до значения λ_1 .

Так как поступающий на вход сети ATM поток требований образует фазовый процесс восстановления, то промежутки между поступающими требованиями будут представлять собой независимые случайные величины с функцией распределения фазового типа, а интенсивность поступления требований на вход сети будет соответствовать интенсивности поступления потока требований с пачечной структурой и может быть представлена в векторной форме $\vec{\lambda} = -G1 = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m)^T$. Частным случаем фазового процесса восстановления является процесс ММРР (*Markov Modulated Poisson Process*), который используется для описания трафика с пачечной структурой.

Поведение СМО описывается однородным марковским процессом $\{X(t), t \geq 0\}$ над множеством состояний χ_k :

$$\chi = \bigcup_{k=0}^{r+1} \chi_k, \text{ где } \chi_k = \{(i, k) | i = 1, 2; k = \overline{0, r+1}\} \quad (2)$$

Для исследуемой СМО получена последовательность уравнений:

$$\begin{aligned} 0^T &= p_0^T G + p_1^T \mu, \\ 0^T &= p_0^T (\bar{\lambda} f^T) + p_1^T (G - \mu I) + \mu p_2^T, \\ 0^T &= p_{k-1}^T (\bar{\lambda} f^T) + p_k^T (G - \mu I) + \mu p_{k+1}^T, \\ k &= \overline{1, r} \\ 0^T &= p_r^T (\bar{\lambda} f^T) + p_r^T (G - \mu I + \bar{\lambda} f^T), \end{aligned} \quad (3)$$

с условием нормировки $\sum_{k=0}^R p_k^T \mathbf{1} = 1$,

где $R = r + 1$ - максимальное количество требований в системе;

I - матрица тождественного преобразования;

μ - интенсивность обслуживания требований;

$\bar{\lambda}$ - вектор интенсивности поступления требований в СМО;

G, f^T - параметры фазового процесса восстановления.

Решение уравнений получено в виде:

$$p_k^T = \begin{cases} p_0^T W_0 W^{k-1}, & k = \overline{1, r}, \\ p_0^T W_0 W^{r-1} W_r, & k = R, \end{cases} \quad (4)$$

где

$$W_0 = -G(\mu I)^{-1};$$

$$W_k = (\mu I - \mathbf{1} \bar{f}^T \mu - G)(\mu I)^{-1}, \quad k = \overline{1, r-1};$$

$$W_r = -\bar{\lambda} \bar{f}^T (G - \mu I + \bar{\lambda} \bar{f}^T)^{-1}.$$

Вектор p_0 определяется как единственное решение системы уравнений:

$$\begin{cases} p_0^T Z = 0^T \\ p_0^T v = 1 \end{cases}, \quad (5)$$

где $v = \sum_{k=0}^R Q_k \mathbf{1}$, $\mathbf{1}$ - единичный вектор,

$$Z = Q_r (\mu W_r I - \mu I + 1 \bar{f}^T \mu + G); Q_k = \prod_{n=0}^{k-1} W_n, k = \overline{1, R}; Q_0 = I. \quad (6)$$

Учитывая порог L для одноуровневой модели, получены следующие выражения:

$$\nu = I + W_0 + W_0 \cdot \left[\sum_{k=2}^L \prod_{n=1}^{k-1} W_k + \sum_{k=L}^{R-2} \left(\prod_{n=1}^{L-1} W_k \cdot \prod_{n=L}^k W_{kL} \right) + \prod_{n=1}^{L-1} W_k \cdot \prod_{n=L}^{R-2} W_{kL} \cdot W_r \right],$$

$$Z = W_0 \left(\prod_{n=1}^{L-1} W_k \prod_{n=L}^{R-2} W_{kL} \right) (\mu W_r I - \mu I + 1 \bar{f}^T \mu + H), \quad (7)$$

где

$$W_{kL} = (\mu I - 1 \bar{f}^T \mu - H)(\mu I)^{-1},$$

$$H = \begin{pmatrix} -z1 - \alpha\lambda 1 & z1 \\ z2 & -z2 - \alpha\lambda 2 \end{pmatrix}, 1 < L < R-1$$

На основе полученных стационарных вероятностей рассматриваемой СМО рассчитаны вероятностно-временные характеристики. В результате проведенных исследований аналитической модели СМО ММРР/М/1/г механизма одноуровневого ограничения определен диапазон значений нагрузки, в котором механизм позволяет получить уменьшение вероятности блокировки требований по сравнению с механизмом ЛВ. В частности, практически на один порядок при $L = 5$, $\delta = 0,85$ и $\rho = 0,95$.

Разработана и исследована модель СМО с конечным буфером и ММРР потоком на входе системы (рис. 2), в которой действует механизм двухуровневого ограничения входного потока (ММРР/М/1/г).

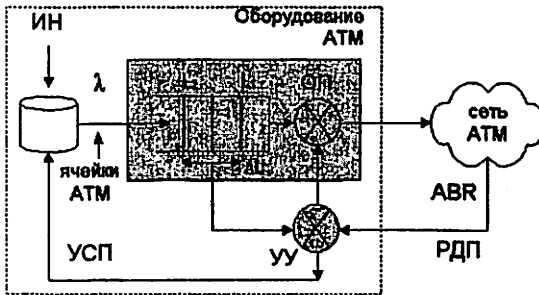


Рис.2. Модель двухуровневого управления мультимедийным трафиком в оборудовании АТМ с использованием услуги АБР

В данной системе также осуществляется постоянный контроль числа пакетов $q(t)$ в очереди, при этом сравниваем полученную величину с двумя

пороговыми значениями – нижним L_1 , и верхним $L_2=L_1+\Delta L-1$. При достижении $q(t)$ порога L_2 часть входящего потока отсекается до величины $\delta\Delta$, где $0<\delta\leq 1$, после чего интенсивность Λ восстанавливается только при пересечении величиной $q(t)$ сверху нижнего порога L_1 .

Таким образом, изменение интенсивности поступления нагрузки на вход СМО определяется следующими соотношениями:

$$\Lambda = \begin{cases} \Lambda & \text{при } 0 < q(t) \leq L_2 - 1 \\ \delta \cdot \Lambda & \text{при } q(t) > L_1 \end{cases}, \quad (8)$$

где δ - множитель, учитывающий снижение интенсивности поступления.

Основываясь на вероятностной интерпретации процессов поступления заявок и их обслуживания, поведение рассматриваемой СМО можно описать однородным марковским процессом $\{E(t), t \geq 0\}$ над множеством состояний E_k :

$$R \\ E = \cup_{k=0} E_k, \quad (9)$$

$$E_0 = \{(i, 0) | i = \overline{1, l}\}, E_k = \{(i, k, j) | i = \overline{1, l}, j = \overline{1, m}, k = \overline{1, R}\}$$

Стационарные вероятности $\{p_k, k = \overline{0, R}\}$ образуют единственное решение системы уравнений равновесия для состояний $[0, L_1-1], [L_1+1, L_1+\Delta L], [L_1+\Delta L+1, L_1+2\Delta L+1], [L_1+2\Delta L+2, r]$.

С учетом нормирующего условия $\sum_{i=0}^R p_i^T = 1$,

конечное выражение для p_0^T записывается в следующем виде:

$$\frac{1}{p_0^T} = 1 + \sum_{k=1}^{\Delta L} W_0 W^{k-1} - W_0 W^{L_1-1} \frac{1}{\mu} \left(W^{-1} \overrightarrow{\lambda_1 f^T} + G - \mu \right) + \quad (10)$$

$$+ \sum_{k=2}^{\Delta L} A(k) - \frac{A(\Delta L) \overrightarrow{\lambda_1 f^T} (H - \mu)}{W_{1H}^{\Delta L-1} \left(W_{1H}^{-1} \overrightarrow{\lambda_2 f^T} + (H - \mu) + \mu W_{0H} \right) (H - \mu) + B(\Delta L) \overrightarrow{\lambda_1 f^T} \mu} \times$$

$$\times \left[\frac{\sum_{k=2}^{\Delta L} B(k)}{\left(1 - \frac{H}{\mu} \right)} + \sum_{k=2}^{\Delta L+1} W_{1H}^{k-2} + \sum_{k=L_1+2\Delta L+2}^r W_{1H}^{\Delta L-1} W_{0H} W_H^{k-(L_1+2\Delta L+2)} - \frac{W_{1H}^{\Delta L-1} W_{0H} W_H^{r-(L_1+2\Delta L+2)} \overrightarrow{\lambda_2 f^T}}{\left(H - \mu^r + \overrightarrow{\lambda_2 f^T} \right)} \right]$$

Получено конечное выражение для вычисления вероятности блокировки требований в СМО вида ММРР/М/1/г для механизма двухуровневого ограничения:

$$\pi = 1 - \frac{(1 - P_0^T)}{\rho [P_1 + \delta(1 - P_1)]}, \quad (11)$$

где $P_1 = \sum_{i=1}^{L+L+1} P_i^T$, ρ - загрузка системы.

Предлагаемые математические модели отличаются от известных и ранее предложенных в научно-исследовательских работах тем, что адекватно описывают поведение механизмов управления нагрузкой для услуги АВР и позволяют рассчитать основные вероятностно-временные характеристики предлагаемых механизмов управления. По полученным результатам исследования одноуровневой и двухуровневой моделей механизмов ограничения (в частности, рис.4.) могут быть сделаны следующие выводы о влиянии параметров δ , ρ и L на ВВХ систем управления нагрузкой:

- выбор оптимального диапазона значения порога ограничения L для одноуровневого механизма варьируется от 2 до 15 при фиксированном размере буфера $g=25$ и заданном диапазоне нагрузок. Дальнейшее увеличение порога приводит к незначительному уменьшению значения вероятности потерь и увеличению времени задержки в очереди.
- одноуровневая система с ограничением входящего потока становится эффективной только при нагрузках $\rho \geq 0,8$ по сравнению со стандартизированным механизмом LB и позволяет уменьшить значение вероятности потерь практически на один порядок при $L = 5$, $\delta = 0,85$, $\rho = 0,95$.
- сравнительно небольшое уменьшение входящего потока, порядка 15% ($\delta = 0,85$), может привести к существенному уменьшению длины очереди (в два раза при $L = 2$, $\rho = 0,95$), а следовательно к уменьшению среднего времени ожидания в очереди.
- система с двухуровневым ограничением обеспечивает относительно меньшие задержки по сравнению со схемой одноуровневого ограничения и стандартизованным алгоритмом LB при нагрузках $\rho \geq 0,65$.
- При нагрузках $\rho \geq 0,65$ двухуровневый механизм ограничения позволяет получить уменьшение значения вероятности потери по сравнению с механизмом LB и получить лучшие ВВХ системы управления.

В третьей главе, в целях улучшения основных характеристик разработанной двухуровневой модели управления, исследуются свойства нейронных сетей для реализации процедуры прогнозирования абонентской нагрузки на входе данной системы управления. Предполагается, что введение процедуры прогнозирования улучшит параметры системы. Предсказание строится на обучении нейронной сети функции распределения вероятностей процесса, характеризующего размер очереди в буфере. Задачей НС является определение неизвестной, достаточно сложной зависимости между предыдущими и последующими значениями поступающего трафика.

На основе проведенного анализа моделей нейронных сетей, для реализации процедуры прогнозирования в двухуровневой модели управления трафиком выбрана нейронная сеть прямого распространения (НСПР) с обучением по алгоритму обратного распространения со структурой, представленной на рис.3, с целью минимизации среднеквадратичного отклонения текущего выхода и желаемого выхода в многослойной нейронной сети. На вход системы подаются образцы трафика, необходимые для обучения нейронной сети. В то же время на выходы сети подаются реальные значения трафика, что полностью соответствует функционированию алгоритма обучения «обратное распространение». Регистр сдвига в данной системе необходим для обеспечения последовательности поступления образцов трафика на входы НСПР. Схематично двухуровневая модель управления трафиком АТМ с предсказателем поступающей нагрузки на основе НСПР представлена на рис.3.

Для прогнозирования поступающей нагрузки использовалась НСПР со следующими параметрами: входов – 10, скрытых слоев – 1, нейронов в скрытом слое – 5, выходов – 1. Для имитационного моделирования были использованы следующие параметры системы: загрузка ρ от 0.5 до 0.95; параметры ММРР потока $z_1, z_2, \lambda_1, \lambda_2$ в соответствии с типом трафика; коэффициенты ограничения потока входящих требований $\alpha_2 = 0.1, \alpha_1 = 0.5, \xi = 0.1, L_1 = 20, \Delta L = 5$; размер буфера $r = 25$. Изменение интенсивности поступления нагрузки на вход системы определяется следующими соотношениями:

$$\lambda(q(t)) = \begin{cases} \lambda_2, 0 \leq q(t) \leq L_2 - 1 \\ \alpha \cdot \lambda, q(t) > L_1 \end{cases}, \quad \alpha = \begin{cases} \alpha_1, L_1 < q_{\text{прогн}}(t) \leq \xi \cdot r \\ \alpha_2, \text{при } q_{\text{прогн}}(t) > \xi \cdot r \end{cases}, \quad (12)$$

где $\lambda_2 < \lambda_1 < \lambda$, $\alpha_2 < \alpha_1 < 1$, $\xi \cdot r > L_2$;

$\xi \leq 1$ - коэффициент приближения;

$q_{\text{прогн}}(t)$ - мгновенное предсказанное значение количества ячеек в буфере;

$q(t)$ - мгновенное значение количества ячеек в буфере.

Получены численные результаты (рис.5), которые позволяют сделать следующие выводы. При нагрузках $\rho > 0.65$ механизм двухуровневого ограничения нагрузки с использованием НСПР для прогнозирования входящей нагрузки обеспечивает уменьшение значения параметра качества обслуживания "вероятность потери ячейки" более чем на порядок по сравнению с обычным механизмом двухуровневого управления и стандартизованным механизмом LB и позволяет получить лучшие вероятностно-временные характеристики.

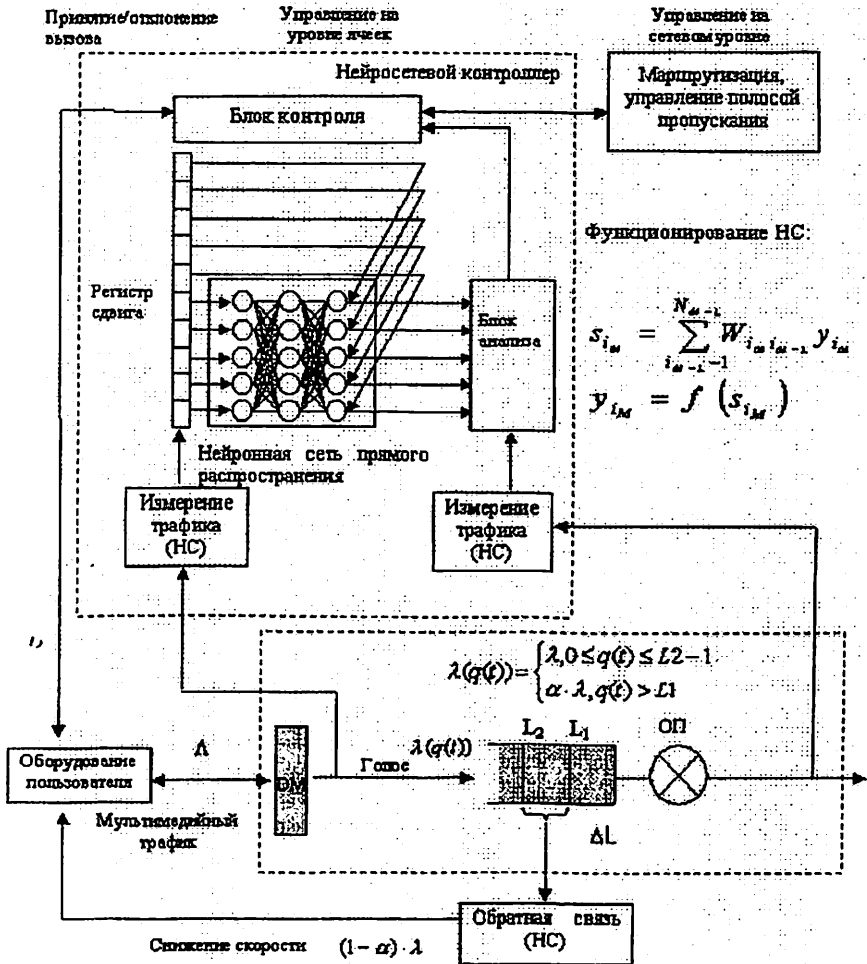


Рис.3. Двухуровневая модель управления трафиком АТМ с предсказателем поступающей нагрузки на основе НСПР

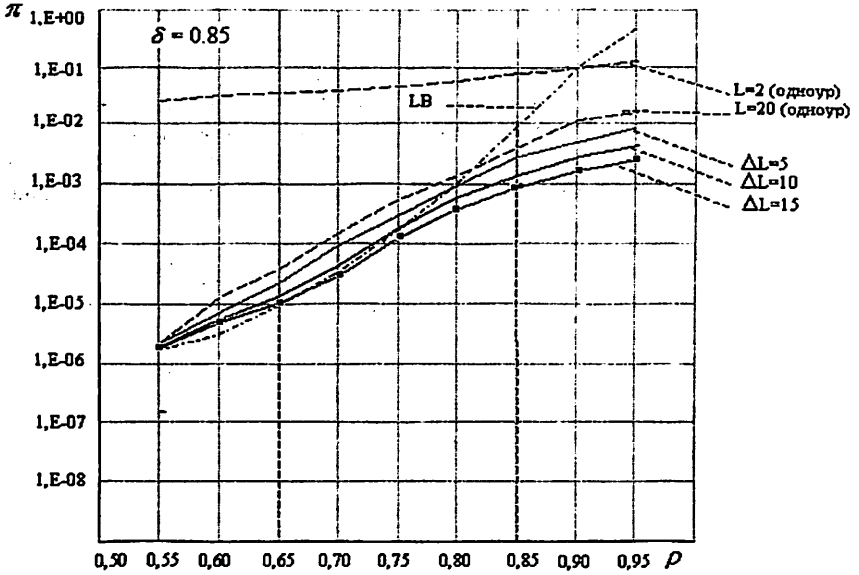


Рис.4. Зависимость вероятности потерь от загрузки для двухуровневой модели при $\delta = 0,85$

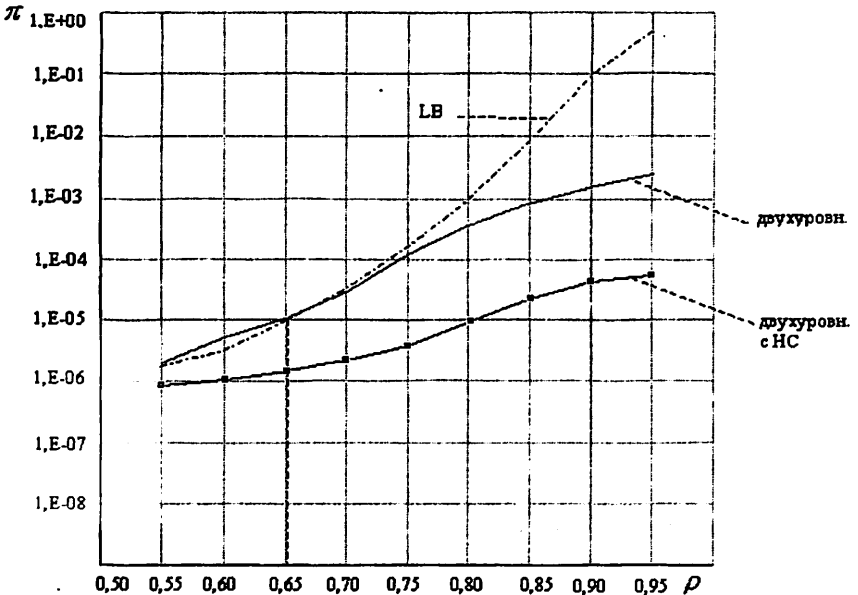


Рис.5. Вероятность потери ячейки АТМ в зависимости от загрузки для двухуровневой модели управления с НСПР

В четвертой главе разработана методика расчета ШЦСИС на основе технологии АТМ. Предложенная методика позволяет рассчитать необходимую пропускную способность цифровых каналов передачи и производительность узлов коммутации на каждом этапе развития или модернизации цифровой сети. Переход на технологию ШЦСИС должен проводиться поэтапно, с учетом существующей структуры сети. На каждом этапе проектирования решается ряд задач, связанных с определением поступающей нагрузки в ШЦСИС, оптимального выбора пропускных способностей каналов с учетом затрат на создание канала, распределением потоков по каналам связи при соблюдении требований к времени доставки пакета. В методике приняты следующие основные шаги на каждом этапе развития:

- Определение источников поступающей нагрузки;
- Определение поступающей нагрузки;
- Выбор оптимального значения пропускных способностей каналов;
- Расчет стоимости проектируемой сети.

В данной главе диссертационной работы получено выражение для оценки средней задержки в ШЦСИС:

$$T = \frac{1}{\gamma} \left[\frac{1}{D_e} \left[\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sqrt{f_{ij} d_{ij}} \right]^2 + \mu \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N f_{ij} (P_{ij} + K) \right], \quad (13)$$

где P_{ij} - время распространения по каналу, K - время обработки в узле, вносимое механизмом управления, γ - суммарная интенсивность, f_{ij} - поток в канале $i-j$, d_{ij} - стоимость в расчете на единицу пропускной способности для $i-j$ канала, D_e - добавочная стоимость.

Разработано программное обеспечение на Delphi 7, позволяющее проводить многовариантные расчеты. В качестве примера, проведен расчет на структуре Национальной сети передачи данных "УзПАК". Получены результаты, позволяющие использовать данную методику на стадии начального проектирования ШЦСИС и оценки ее стоимости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе проведенных в диссертационной работе исследований получены следующие основные результаты:

1. Проведены сравнительный анализ и классификация механизмов управления трафиком в сетях АТМ.
2. На базе теории управляемых СМО разработаны аналитические модели систем с частичным ограничением нагрузки для механизмов одноуровневого и двухуровневого ограничения с ММРР потоком на входе.
3. Разработанные модели адекватно описывают процессы, происходящие в исследуемых системах управления трафиком для услуги АВР. Численные исследования показывают, применение двухфазного процесса ММРР позволило адекватно описать процесс поступления и обслуживания ячейки АТМ для услуги АВР и, следовательно, получить наиболее точные ВВХ разработанных моделей управления.
4. Разработаны имитационные модели одноуровневого и двухуровневого механизмов управления нагрузкой с ММРР потоком на входе. Результаты, полученные на имитационных моделях, подтверждают результаты, полученные при исследовании аналитических моделей разработанных механизмов управления. Исследования показывают, что двухуровневый механизм управления позволяет получить лучшие ВВХ.
5. Даны основные понятия и проведена классификация нейронных сетей. На основе проведенного анализа и исследования моделей нейронных сетей выбрана нейронная сеть и алгоритм обучения для использования в качестве элемента прогнозирования в системе управления.
6. Разработан механизм управления трафиком с элементом прогнозирования.
7. Полученные результаты показывают, что использование НСПР для прогнозирования поступающей нагрузки в рамках алгоритма двухуровневого управления позволяет уменьшить значение параметра качества обслуживания "Вероятность потери ячейки" более чем на порядок при нагрузках больших 0.65 как по сравнению с моделью одноуровневого управления, так и со стандартизированным алгоритмом Leaky Bucket.
8. Разработана методика расчета ШЦСИС на базе технологии АТМ.
9. Разработано программное обеспечение, позволяющее проводить многовариантные расчеты ШЦСИС по предложенной методике и использовать данную методику на стадии начального проектирования, модернизации ШЦСИС и оценки ее стоимости.

СПИСОК РАБОТ ПО ДИССЕРТАЦИОННОЙ ТЕМАТИКЕ

1. Abdurahmanov R.P., Rogachev I.M. Research of Algorithms of Routing in the Networks of Communication // Proceedings TEIC. Actual problems of telecom. Belgium, 1999, №2, P.97-100.
2. Рогачев И.М., Абдурахманов Р.П. Исследование аналитических моделей управления трафиком в сетях АТМ // «Вестник связи». Материалы Первой Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов. Минск, 1999, №1, С.29-30.
3. Абдурахманов Р.П., Рогачев И.М., Хамдамов У.Р. Исследование вероятностно-временных характеристик механизмов управления нагрузкой в сетях АТМ // Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики». Ташкент, издательство «ФАН», 2001, №3-4, С.19-26.
4. Абдурахманов Р.П., Рогачев И.М. Использование РН-распределений для исследования моделей управления трафиком в сетях АТМ // Тезисы докладов Республиканской научной конференции «Математическое моделирование и вычислительный эксперимент». Ташкент, 2002, С.234-236.
5. Абдурахманов Р.П., Рогачев И.М. Возможность применения нейронных сетей в задачах управления трафиком АТМ // Тезисы докладов Республиканской научной конференции «Математическое моделирование и вычислительный эксперимент». Ташкент, 2002, С.236-237.
6. Абдурахманов Р.П., Рогачев И.М. Имитационное моделирование механизмов управления в ШЦСИО с использованием аппарата нейронных сетей // Труды Восьмой Международной Конференции по информационным сетям, системам и технологиям. Санкт-Петербург, 2002, Т.1, С.185-190.
7. Рогачев И.М., Абдурахманов Р.П. Имитационное моделирование механизмов управления в ШЦСИО с использованием аппарата нейронных сетей // Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики». Ташкент, издательство «ФАН», 2002, №5, С.44-47.
8. Абдурахманов Р.П., Рогачев И.М., Хамдамов У. Прикладное программное обеспечение для систем дистанционного обучения // Труды Международной научно-практической конференции «Техника и технология дистанционного обучения». Ташкент, 2002, С.208-211.
9. Рогачев И.М., Абдурахманов А.Р. Возможность применения технологии АТМ для создания системы дистанционного обучения // Труды Международной научно-практической конференции «Техника и технология дистанционного обучения». Ташкент, 2002, С.112-113.

10. Рогачев И.М. Классификация нейронных сетей // Тезисы докладов Республиканской научно-технической конференции аспирантов, магистров и бакалавров «Информатика, информационные технологии, информационная безопасность», Ташкент, 2003, С66-69.
11. Абдурахманов Р.П., Рогачев И.М. Имитационная модель механизма управления нагрузкой в сетях АТМ // «Техника и технология связи». Труды Пятой Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов стран СНГ. Новосибирск, 2003.
12. Рогачев И.М. Имитационная модель механизма управления мультимедийным трафиком с прогнозированием входящей нагрузки // Труды Республиканской научно-технической конференции «Информационно-коммуникационные технологии», Ташкент, 2004.

РЕЗЮМЕ

диссертации Рогачева Игоря Михайловича на тему

**«МОДЕЛИ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ ТРАФИКОМ В СЕТЯХ
АТМ»**

на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.14 – «Сети, узлы связи и распределение информации»

Ключевые слова:

Сети передачи данных, механизмы управления нагрузкой, управление мультимедийным трафиком, прогнозирование, асинхронный режим.

Объекты исследования:

Модели механизмов управления трафиком в сетях АТМ.

Цель работы:

Разработка нового механизма управления мультимедийной нагрузкой с прогнозированием входящего трафика.

Метод исследования:

Проводимые исследования базируются на теории вероятностей, теории массового обслуживания, теории управляемых марковских процессов, теории оптимизации, теории имитационного моделирования, математической статистике и теории нейронных сетей.

Полученные результаты и их новизна:

Математические модели для механизмов одноуровневого и двухуровневого ограничения нагрузки (ММРР/М/1/r). Новый механизм управления трафиком с прогнозированием поступающей нагрузки на основе нейронной сети прямого распространения.

Практическая значимость:

Определено, что использование результатов диссертации по разработке нового механизма управления трафиком на этапе проектирования окончательного оборудования мультимедийного пользователя широкополосной цифровой сети позволит улучшить показатели качества обслуживания.

Степень внедрения и экономическая эффективность:

Результаты диссертационной работы использованы на предприятии национальной сети передачи данных «УзПАК» и внедрены в учебный процесс по дисциплинам «Компьютерные сети» и «Синхронные и асинхронные цифровые сети и системы коммутации».

Область применения:

Расчет, проектирование, реализация механизмов управления мультимедийной нагрузкой в широкополосных цифровых сетях с интеграцией служб.

Техника фанлари номзоди илмий даражасига талабгор Рогачев Игорь Михайлович 05.12.14 - «Алоқа тармоқлари, туғунлари ва ахборотни тақсимланиш» ихтисослиги бўйича

**«АТМ ТАРМОҚЛАРИДА ТРАФИКНИ БОШҚАРИШ
МЕХАНИЗМЛАРИНИНГ МОДЕЛЛАРИ»
мавзусидаги диссертациясининг**

ҚИСҚАЧА МАЗМУНИ

Калитли сўзлар:

Маълумотларни узатиш тармоқлари, трафикни бошқариш механизмлари, мультимедияли трафикни бошқариш, прогноз қилиш, асинхрон режим.

Тадқиқот объектлари:

АТМ тармоқларида трафикни бошқариш механизмларининг моделлари. -

Ишнинг мақсади:

Кириш трафикни прогноз қилиб, мультимедия трафикни бошқаришнинг янги механизмини ишлаб чиқиш.

Тадқиқот методи:

Олиб борилаётган тадқиқотлар эктимолик назарияси, оммавий хизмат кўрсатиш назарияси, бошқарилаётган марков жараёнлари назарияси, оптималлаштириш назарияси, имитацион моделлаштириш назарияси, математик статистика ва нейрон тармоқлари назариясига асосланган.

Олинган натижалар ва уларнинг янгилиги:

Бир погонали ва икки погонали трафикни чекланишлари моделлари учун математик моделлар (ММРР/М/1/г). Тўғри тарқалиш нейрон тармоқлари асосида келаётган трафикни прогноз қилиш орқали трафикни бошқаришнинг янги механизми.

Амалий аҳамияти:

Кенг полосали рақамли тармоқнинг мультимедия фойдаланувчиси учун мўлжалланган асбоб-ускувани лойиҳалаги этапида трафикни бошқаришнинг янги механизмини ишлаб чиқишга бағишланган ушбу диссертация натижаларидан фойдаланиш хизмат кўрсатиш сифатини яхшилаш имконини бериши аниқланди.

Тадбиқ этиш даражаси ва иқтисодий самарадорлиги:

Диссертация ишининг натижаларидан «УзПАК» маълумотни узатиш миллий тармоғи корхонасида фойдаланилди ҳамда улар «Компьютер тармоғи» ва «Синхрон ва асинхрон рақамли тармоқлар ва коммутация тизимлари» фанлари бўйича ўқув жараёнида жорий этилди.

Қўлланиш соҳаси:

Хизматлари интеграциялаштирилган кенг полосали рақамли тармоқларда мультимедия трафикни бошқариш механизмларини ҳисоблаш, лойиҳалаш, ишга тушириш.

RESUME

Thesis of Rogachev Igor on the academic degree competition of the candidate of technique science,
specialty 05.12.14 – «Networks, communication centers and information distribution» subject:

«THE MODELS OF TRAFFIC CONTROLLING MECHANISMS IN ATM NETWORKS»

Key words:

Data transmission network, load controlling mechanisms, multimedia traffic control, prediction, asynchronous mode.

Subjects of the inquiry:

The models of traffic controlling mechanisms in ATM networks.

Aim of the inquiry:

Elaboration of new multimedia traffic controlling mechanism with forecast of input traffic.

Methods of inquiry:

The research based on probability theory, query theory, optimization theory, imitation modeling theory, mathematical statistics and neural network theory.

The results achieved and there novelty:

Mathematical models for one and two level controlling mechanisms (MMPP/M/1/r). The new multimedia traffic controlling mechanism with input traffic forecast based on neural network of forward propagation.

Practical value:

Usage of dissertation results for development new traffic controlling mechanism on step of project of the end user multimedia facilities of broadband network allows to increase the quality of service.

Degree of embed and economical effectively:

The results of dissertation are used in National data network «UzPAK» and embed in study process for «Computer networks» and «Synchronous and asynchronous networks and switching systems» courses.

Sphere of usage:

Project, calculating, building of multimedia traffic controlling mechanisms in the broadband networks with integration of services.

**Подписано в печать 04.06.04 г. Формат 64x84 1/16
Бумага офсетная. Печ. л. 1. Тираж 100. Заказ 229
Отпечатано в типографии. Ташкентский университет
информационных технологий. Ташкент, 700084, ул. А. Темура, 108**