

1 **МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ**
2 **АЛГОРИТМОВ**
3 **ДИНАМИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКАМИ И**
4 **ОЧЕРЕДЯМИ СООБЩЕНИЙ В КОМПЬЮТЕРНЫХ**
5 **СЕТЯХ**

6
7 **Тукубаев З.Б.**

8 *(Международный Казахско-Турецкий университет имени*
9 *Ясауи, г.Туркестан, Казахстан)*
10 zuhr@pochta.ru, zuhr08@rambler.ru

11
12 *В статье предлагается разработанный алгоритм*
13 *стохастического управления нестационарными потоками*
14 *приоритетных сообщений по узлам полносвязной сети,*
15 *отличающийся от существующих разнородностью*
16 *(приоритетностью) потоков, обобщенным критерием,*
17 *учитывающим вероятность потерь , упрощенным методом*
18 *пошаговой оценки состояния.*

19 *The article is bringing forward the designed algorithm of the probable*
20 *(stochastic) management of non-stationary streams of priority*
21 *messages in full communication network, different from existing*
22 *ones by its heterogeneity (priority) of the streams, by generalized*
23 *criteria, which taken account of the probability of losses, by more*
24 *simple method of step-by-step status estimation.*

25
26 **Ключевые слова:** алгоритмы стохастического управления
27 потоками сообщений, нестационарные потоки приоритетных
28 сообщений, вероятность потерь, пошаговая оценка состояния,
29 фильтр Калмана, нестационарные системы массового
30 обслуживания, идентификация и управление в реальном времени,
31 обообщенный критерий оценки управления.

32
33 **В современных информационно-вычислительных сетях в узлах**
34 **выхода нескольких локальных сетей (ЛС) в глобальную сеть (ГС)**
35 **через маршрутизатор образуются очереди сообщений (заявок),**
36 **поскольку ЛС имеют высокое быстродействие (≈ 10 Мбит/с.), а**

1 исходящий канал выхода в ГС Т1 – канал имеет скорость
2 передачи $V=1,544$ Мбит/с.[1].
3 Такой же случай обслуживания очередей может быть когда
4 администратор сети управляет удаленным маршрутизатором или
5 клиент работает с сеансом Telnet; при этом, администратор для
6 работы в интерактивном режиме должен управлять
7 маршрутизаторами для организации обслуживания потоков в
8 заданном направлении.
9 Кластерная организация обмена информацией между
10 процессорами серверов дает возможность гибкого регулирования
11 производительности системы и добиться нужной
12 производительности и надежности [2].
13 Такая же задача оптимизации очередей приоритетных заявок при
14 организации данных в СУБД серверов современных сетей
15 передачи данных решается в трудах [3].
16 Постоянное наращивание и развитие таких сетей потребовали
17 разработки новых способов и алгоритмов динамического
18 управления обслуживанием потоков сообщений
19 и функционированием сетей, учитывающих дальнейшее их
20 развитие. В этих условиях, когда число взаимосвязанных
21 параметров и взаимодействующих компонентов велико,
22 имитационное моделирование является эффективным методом,
23 позволяющим создать модели необходимой полноты
24 (содержательности), универсальности и адекватности.
25 Использование методов идентификации и управления,
26 работающих в масштабе процесса, увеличивает степень
27 использования общей пропускной способности системы и
28 эффективности загрузки и ее элементов и узлов.
29 При этом возникает задача разработки адаптивных алгоритмов
30 обработки в нестационарных СМО (НСМО), методов оценки и
31 оптимального управления НСМО.
32 В работе Пранявючюса Г.И.[4] разработан алгоритм
33 стохастического управления нестационарными однородными
34 потоками сообщений на базе критерия минимизации среднего
35 времени задержки сообщений.
36 В работах [5,6,7] разработаны алгоритмы, учитывающие
37 приоритетность потоков сообщений и вероятности потерь из-за

1 ограничения длины очереди. При оценке состояния системы
 2 использована оптимизация на каждом шаге.
 3 В настоящей работе предлагается обобщенный критерий оценки
 4 управления и более эффективный алгоритм прогнозирования.
 5 Рассматривается полносвязная сеть, пропускающая
 6 нестационарные приоритетные потоки заявок. Требуется
 7 построить диспетчер потоков, который с учетом
 8 нестационарности потоков управляет распределением потоков по
 9 узлам, минимизируя потери, связанные с задержкой заявок.
 10 Величину нагрузки узлов рассмотрим как состояние системы и
 11 применим управление, минимизирующее дисперсию состояния.
 12 При этом, состояние системы оценивается с помощью фильтра
 13 Калмана, как нестационарного случайного процесса.
 14 Рекуррентное оценивание по Калману сводится к решению
 15 задачи динамического
 16 программирования, что является довольно громоздкой задачей.
 17 Поэтому в настоящей работе предлагается использование
 18 управления пошагово - оптимизируемому критерию вместо
 19 глобального. Преимуществом такого динамического критерия
 20 является отсутствие накопления ошибок.
 21 Пусть $V_i(t)$ нагрузка на i -узле связи (эрл). Состояние сети
 22 задается вектором:
 23 $V(t) = V_1(t), \dots, V_n(t)$, n – количество узлов. Обозначим через
 24 $U_i(t)$ величину поступления
 25 нагрузок на i -узел от других узлов. Далее, приводим векторные
 26 величины размерности n .
 27 В качестве критерия, задаваемого на каждом шаге, выберем
 28
$$I_k = M(X_{k+1} P X_{k+1} + U_k Q U_k), \quad (1)$$

 29 где
 30
$$X_{k+1} = V_{k+1} - V_0 = V_k + \Delta N / \mu - \Delta t + U_k / \mu - V_0,$$

 31 k – номер текущего шага (период управления),
 32 $1/\mu$ – длительность времени обслуживания,
 33 ΔN – прогноз числа заявок,
 34 Δt – длина периода,
 35 V_0 - центрированная нагрузка сети (усредненная по узлам).

1 При длительном функционировании сети ее общую нагрузку, и
2 следовательно, V_0 можно считать приблизительно одинаковой. С
3 учетом такого допущения имеем:

$$4 \quad X_{k+1} = (\Delta N + U_k) / \mu - \Delta t.$$

5 Общий вид уравнения состояния имеет вид:

$$6 \quad X_{k+1} = \Phi_k X_k + U_k / \mu. \quad (2)$$

7 А с учетом определения X_k :

$$8 \quad \Phi_k = 1 + (\Delta N / \mu - \Delta t) / X_k.$$

9 Оптимальное управление должно минимизировать критерий (1),
10 компенсируя

11 отклонения X_{k+1} от общесетевого среднего и одновременно
12 уменьшать внутрисетевую

13 обменный поток U_k . Условия экстремума для (1) имеет вид:

$$14 \quad \partial I_k / \partial U_k = 0.$$

15 Отсюда $X_{k+1} P + U_k Q = 0$.

16 Подставим сюда значение из (2) и решив полученную систему
17 уравнений, определим значения U_k .

18 Работа алгоритма перераспределения оценивается по
19 относительному эффекту, получаемому по отношению к
20 функционированию сети без диспетчера.

21 Оценочным критерием принята взвешенная по приоритетам
22 сумма произведений времен пребывания заявок в сети и
23 вероятностей потерь.

24 Эффективность алгоритма E оценивается величиной $E = f_0 / f_a$;

25 где f_0 - потери при отсутствии перераспределения нагрузок,

26 f_a - потери при использовании диспетчера. Последняя

27 определяется как: $f_a = \sum_p \beta_p \omega_p^a t_p^a$, где:

28 β_p - вес заявок p -го приоритета, ω_p^a - вероятность потери

29 заявки p -го приоритета, t_p^a - среднее время прохождения

30 заявок p -го приоритета в сети.

1 Для прогнозирования ΔN использован обобщенный фильтр
2 Калмана (алгоритм
3 интервального суммирования – АИС). Выбор этого метода
4 объясняется тем, что в нем есть
5 возможность рекуррентного оценивания с более полным
6 использованием информации о
7
8 предыстории процесса. А также реализация этого алгоритма
9 сравнительно проста.
10 Адаптивность метода к процессу обеспечивает компромисс
11 между скоростью и объемом памяти.
12 Для построения K - модели (K -длина интервала) процесса
13 $Y = \{y_t, t = 1, \dots, N\}$
14 составляется система $n_i = n - (m + k)$ уравнений относительно
15 неизвестных коэффициентов регрессии $b_i, i = \overline{1, m}; m$ – глубина
16 памяти.
17 Выходом K – модели служат точки Y_{m+k+1}, \dots, Y_n , а все
18 предыдущие отсчеты Y_1, Y_2, \dots, Y_{m+k}
19 берутся в качестве входа в множественную регрессионную
20 модель:

$$21 \quad Y_j = \sum_{i=1}^m b_i y_{j+i-m-k-1}, j = \overline{m+k+1, n}$$

22 Идентификация процесса поступления заявок ведется по
23 совокупности
24 обучающих точек из числа наблюдаемых.
25 При задании временного ряда Y из E элементов K - модель
26 прогнозирования
27 строится путем определения b_i , минимизирующих невязку

$$28 \quad \sum_{j=k+m+1}^E \left(y_j - \sum_{i=1}^m b_i y_{z+i} \right)^2, z = j - (m + k + 1),$$

29
30 здесь K можно рассматривать как величину шага упреждения.

1 Алгоритм прогнозирования отлажен и реализован на языках ПЛ
2 /1, СПАЛМ и C ++ состоит из следующих модулей:
3 1. Идентификация процесса по экспериментальным данным.
4 Строятся различные варианты модели процесса $M(m,k)$ по
5 наблюдениям. При этом, параметры модели m,k варьируются.
6 Обращения к подпрограмме имеет вид: МОД (H,m,k,b,err).
7 2. Апробирование моделей $M(m, k)$.
8 На экзаменуемой последовательности производится
9 прогнозирование потоков с определением среднеквадратического
10 отклонения (СКО) предсказания. Данный модуль,
11 оформленный в виде процедуры PROGNOS(H,m,k,e,g,b,y,T)
12 заполняет массив СКО - среднеквадратичных отклонений,
13 который имеет размерности $m \times k$.
14 3. Выбор модели с наименьшим СКО и выдача
15 коэффициентов $b_i, i = \overline{1, m}$ и параметров k, m .

16 После определения всех данных для вычисления U_k (измерения
17 X , прогноза ΔN , текущей интенсивности обслуживания μ)
18 приступим к распределению нагрузок согласно значениям U_k .
19 Анализируя результаты моделирования, можно подобрать
20 значения интервала Δt ,
21 обеспечивающее компромисс между минимумом энергии
22 управления - $\sum_i u_i^2$ и
23 максимумом выигрыша E .
24 Также можно определить, что при случайных изменениях
25 производительностей узлов эффективность алгоритма
26 стохастического управления падает, уступая алгоритму без
27 прогнозирования.
28 Алгоритм перераспределенная оправдывает себя при малом
29 времени передачи заявок между узлами.
30 Разработанная имитационная модель позволяет подобрать
31 рациональные значения интервала управления Δt , выбрать
32 наиболее подходящий алгоритм перераспределения в различных
33 ситуациях.
34

Л и т е р а т у р а

- 1
- 2
- 3 1. КУЛЬГИН М. *Компьютерные сети*. Практика построения
- 4 для профессионалов. 2-изд. Изд. Питер, - М.-С.Пб. 2003 г.-
- 5 462с.
- 6 2. БРОЙДО В.Л. *Вычислительные системы, сети и*
- 7 *телекоммуникации*. 2-изд. Изд. Питер.-М.- С.Пб.-
- 8 Н.Новгород-Воронеж. 2004 г. – 703с.
- 9 3. КУЗНЕЦОВ С.Д. *Основы современных баз данных./*
- 10 *Информационно-аналитические материалы.* www. citforum.ru.
- 11 4. ПРАНЯВИЧЮС Г.И. *Модели и методы исследования*
- 12 *вычислительных систем.*
- 13 Вильнюс, Мокслас , 1982г.- 228 с.
- 14 5. ТУКУБАЕВ З.Б., КАМАРЕДДИНОВ Б.Н. *Динамическое*
- 15 *распределение нестационарных приоритетных*
- 16 *потоков в системе с потерями требований.* Сб .
- 17 «Вопросы кибернетики », Ташкент, вып . 130, 1985г.
- 18 6. ТУКУБАЕВ З.Б., КАМАРЕДДИНОВ Б.Н. *Модель*
- 19 *эффективной загрузки узлов сети .*
- 20 Тезисы докладов XI – Всесоюзного совещания по проблемам
- 21 управления. – М.-Ташкент , 1989г.
- 22 7. ТУКУБАЕВ З.Б., КАМАРЕДДИНОВ Б.Н. *Моделирование и*
- 23 *исследование алгоритмов распределения нестационарных*
- 24 *приоритетных потоков в сети СМО.* Сб. «Алгоритмы»,
- 25 Ташкент, Вып . 60, 1986г.