

К.С. ТКАЧЕНКО

**Обеспечение результативной  
обработки данных на  
компьютерных узлах  
информационного контура**

УДК 004.75

ФГАОУ ВО  
«Севастопольский  
государственный  
университет»,  
г. Севастополь

*Информационные контуры современных организаций весьма сложны и включают в свой состав большое количество компьютерных узлов. Эти компьютерные узлы функционируют в различных режимах в зависимости от входного потока данных. В некоторых режимах функционирования происходит потеря входных заявок. Предлагается подход для управления вычислительной мощностью компьютерного узла. В основе подхода лежит применение аппарата систем массового обслуживания.*

*Ключевые слова: компьютерные узлы; системы массового обслуживания; аналитическое моделирование.*

### **Введение**

Современные организации отличаются повышенной сложностью внутренней инфраструктуры. Эта сложность отражается и на компьютерных системах и сетях, обеспечивающих функционирование информационного контура инфраструктуры. Такая сложность в некоторых ситуациях может привести к росту загрузки и, следовательно, к ухудшению узловых характеристик отдельных компьютеров и инфраструктуры в целом.

**Целью** работы разработка подхода на основе аналитического моделирования для параметрической коррекции компьютерных узлов информационного контура, позволяющего организовать обработку данных результативно.

## Информационный обзор

Подходы обработки больших объемов данных разительно отличаются от классических [1]. Такая обработка сопряжена с созданием новых структурных и функциональных решений для организации применяемых инструментальных программных систем. Получаемые программные системы решают задачи обучения и классификации на обрабатываемых больших объемах данных с применением интеллектуального анализа. Задействованные при этом облачные технологии могут повысить эффективность функционирования систем. Сложность организации этой обработки заключается в наличии большого количества разрозненных инструментов, которые решают конкретные задачи. Автоматизированные системы, включающие в свой состав разные инструменты, отличаются от других повышенной сложностью. Для повышения эффективности обработки больших объемов данных системы должны быть унифицированы и обладать большой производительностью.

Обработка разнообразных и разнотипных информационных пакетов необходима для принятия решений [2]. Возможно различные данные передавать по отличным между собой каналам передачи. Процедура распределенных данных по каналам лежит в основе организации сетей связи, применяемых для управления. Процессы объединяются в цепочки. Различные модули, на которых выполняются эти процессы, могут являться либо типовыми компьютерными узлами, либо специализированными вычислителями. Каждое сообщение в модели этой сети соответствует программным задачам. В случае, когда последовательность обработки сообщений отличается, технологические процессы ложатся на различные модули.

После накопления достаточного объема данных можно производить их анализ [3]. Этот анализ позволяет выполнять прогнозирование, что может повлиять на стратегии развития бизнес-процессов. Существующие решения для организации информационно-аналитических систем страдают от затруднений по их масштабированию. Масштабирование можно организовать путем применения внедренных средств адаптации. Повышение эффективности работы многостадийных процессов производства на основе анализа данных осуществимо за счет выявления аномалий в

них. Состоянием применяемых компьютерных средств можно управлять путем оптимального управления компьютерными узлами, планирования эффективного использования их ресурсов. Организация эффективной обработки потоков данных подразумевает обеспечение моделирование компьютерного узла эквивалентом.

Поэтому для эффективного управления компьютерными узлами нужна балансировка нагрузки [4]. Балансировка нагрузки выполняется с помощью специальных методов и средств. Эти методы и средства должны обладать рядом полезных свойств. К таким полезным свойствам относят в том числе как увеличение производительности компьютерных свойств, так и приобретение компьютерными узлами дополнительных и расширенных функций. Стратегии балансировки нагрузки и управления компьютерными узлами строятся на основе моделей. Эти модели позволяют организовать прогностические стратегии для динамического изменения нагрузки. Прогностические стратегии формируются в том числе на основе классических подходов и методов. Успешное формирование стратегий влияет на повышение эффективности компьютерных систем в целом. Повышение эффективности, в свою очередь, приводит не только к увеличению производительности отдельных компьютерных узлов, но и к оптимальной обработке циркулирующего трафика, к росту функциональных узловых возможностей.

Особым инструментом познания является информационное моделирование [5]. Информационное моделирование при создании баз данных и систем управления базами данных исключает изоляцию формируемых сложных программных систем и добавляет логические взаимосвязи для проработки различных предметных областей. Непосредственное моделирование и оценка адекватности полученной модели при этом получают конкретное содержимое. Применение готовых существующие моделей оправдано, поскольку создание новых моделей сопряжено со значительными экономическими затратами.

Для организации ресурсов компьютерных сетей пригодны технологии имитационного моделирования [6]. Эти технологии позволяют прогнозировать поведение информационных потоков в компьютерных сетях и процессов их обработки. Сложные

вычислительные процессы заключаются в поступлении запросов от внешних источников в непрерывном или близком к нему режиме. Модели позволяют оценивать нагрузку в различных узлах компьютерных сетей. Динамические оценки запросов к узловым и сетевым ресурсам позволяют организовать планирование распределения информации в системе.

### Аналитическое моделирование

Для построения оптимального управления компьютерным узлом информационного контура можно производить его параметрическую коррекцию. Параметрическую коррекцию можно выполнить после решения оптимизационной задачи. Чтобы поставить и впоследствии решить оптимизационную задачу, для компьютерного узла строится модель. Для потребления небольшого количества ресурсов в качестве модели узла применяется аналитическая модель системы массового обслуживания (СМО) [7–12].

Для аналитических моделей компьютерных узлов достаточно часто применяется модель СМО типа М/М/К/Н. В СМО типа М/М/К/Н имеется К обслуживающих каналов и буфер емкостью N заявок перед ними. Интенсивность входного простейшего потока заявок  $\lambda$ , производительность их обработки по экспоненциальному закону  $\mu$ . Аналитическое моделирование СМО типа М/М/К/Н выполняется по формулам:

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{\lambda}{\mu}, \\ \rho_s &= \frac{\rho}{K}, \\ p_0 &= \left[ 1 + \sum_{j=1}^{K-1} \frac{\rho^j}{j!} + \frac{\rho^K (1 - \rho_s^{N+1})}{K! (1 - \rho_s)} \right]^{-1}, \\ p_{отк} &= \frac{p_0 \rho^{K+N}}{K! K^N}, \\ L_q &= \frac{\rho^{K+1}}{K \cdot K!} \cdot \frac{1 - \rho_s^N \cdot (N + 1 - \rho_s N)}{(1 - \rho_s)^2} \cdot p_0, \\ W_q &= \frac{L_q}{\lambda}. \end{aligned} \quad (1)$$

В (1)  $\rho$  – нагрузка,  $\rho_s$  – нагрузка канала,  $p_0$  – вероятность простоя,  $p_{отк}$  – вероятность отказа,  $L_q$  – средняя длина очереди,  $W_q$  – среднее время пребывания заявки в очереди.

Для постановки оптимизационной задачи следует использовать отклики модели, влияющие на реактивность и результативность работы компьютерного узла: вероятность простоя  $p_0$ , вероятность отказа  $p_{отк}$ , среднюю длину очереди  $L_q$ . Эти величины можно объединить в целевую функцию:

$$F_{\omega}(\rho) = C_0 p_0(\rho) + C_{отк} p_{отк}(\rho) + C_q L_q(\rho) = \\ = C_0 p_0(\rho) + C_{отк} \frac{\rho^{K+N}}{K! K^N} p_0(\rho) + C_q \frac{\rho^{K+1}}{K \cdot K!} \cdot \frac{1 - \rho_s^N \cdot (N + 1 - \rho_s N)}{(1 - \rho_s)^2} \cdot p_0(\rho). \quad (2)$$

В (2)  $C_0$  – вклад простоя в целевую функцию,  $C_{отк}$  – вклад отказа в целевую функцию,  $C_q$  – вклад длины очереди в целевую функцию. Поскольку средствами системного администрирования возможно изменять производительность  $\mu$ , то на основе (2) оптимизационная задача формулируется в виде:

$$\underset{\mu}{\operatorname{arg\,min}} F_{\omega}(\mu). \quad (3)$$

Задача (3) может быть решена различными способами. Но реализация ее решения на специализированных компьютерных узлах с ограниченными ресурсами затруднена либо, в случае серьезных ограничений, невозможна. Поэтому можно ограничиться решением ее частного случая, подходящего для компьютерных узлов рассматриваемой компьютерной системы информационного контура.

Для этого полагается, что число каналов обработки  $K=5$  (по количеству доступных информационных подсистем компьютерного узла),  $N=4$  (по числу целесообразных дополнительных функциональных накопительных возможностей компьютерного узла). С учетом этого, целевая функция  $F_{\omega}(\mu)$  записывается в виде:

$$F_{\omega}(\mu) = \frac{(625\lambda^6\mu^4 - 500\lambda^7\mu^3)C_q + (5\lambda^9\mu - \lambda^{10})C_{отк} + (375000\mu^{10} - 75000\lambda\mu^9)C_0}{375000\mu^{10} + 300000\lambda\mu^9 + 112500\lambda^2\mu^8 + 25000\lambda^3\mu^7 + 3125\lambda^4\mu^6 - \lambda^{10}}. \quad (4)$$

Минимум  $F_{\omega}(\mu)$  в точке  $\mu^{\omega}$  (4) на управляющем специализированном компьютерном узле определяется с применением метода поразрядного (подекадного) приближения.

После определения искомой производительности  $\mu = \mu^{\text{ср}}$  для конкретного текущего значения интенсивности  $\lambda$ , она может быть установлена на изучаемом компьютерном узле.

### Заключение

Полученный результат позволяет организовать корректное управление компьютерными узлами систем информационного контура. Такое управление, построенное на основе аналитического моделирования систем массового обслуживания, потребляет относительно малое количество вычислительных ресурсов, и может быть реализовано в том числе и на основе выделенных специализированных компьютерных узлов. Параметрическая оптимизация и последующая коррекция компьютерного узла обеспечит результативную обработку данных на нем. При применении подхода ко всем компьютерным узлам, результаты оптимизирующих процедур положительно скажутся на всей системе информационного контура.

### Литература

1. Флегонтов А.В. Система интеллектуальной обработки данных / А.В.Флегонтов, В.В.Фомин // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена, №154, 2013. С. 41–48.
2. Попков Г.В. Система распределённой обработки данных / Г.В.Попков, В.К.Попков // Вестник Бурятского государственного университета. Математика, информатика, №9, 2013. С. 174–181.
3. Кудинов А.В. Информационная технология для решения задач интеллектуального анализа производственных данных / А.В.Кудинов // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, т.321, №5, 2012. С. 66–71.
4. Бершадский А.М. Исследование стратегий балансировки нагрузки в системах распределенной обработки данных / А.М.Бершадский, Л.С.Курилов, А.Г.Финогеев // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки, №4, 2009. С. 38–48.
5. Манухина О.В. Информационное моделирование в системах обработки данных / О.В.Манухина // Ученые записки Забайкальского государственного университета. Серия: Профессиональное образование, теория и методика обучения, №6, 2011. С. 84–88.
6. Максимей И.В. Технология имитационного моделирования вариантов организации ресурсов локальных вычислительных сетей при заданной структуре распределенной системы обработки данных / И.В.Максимей, В.Д.Левчук, О.И.Еськова и др. // Математические машины и системы, №3, 2005. С. 135–146.
7. Клейнрок Л. Вычислительные системы с очередями / Л. Клейнрок. М.: Мир, 1979. 600 с.

- 
8. Гнеденко Б.В. Введение в теорию массового обслуживания / Б.В. Гнеденко, И.Н. Коваленко. М.: Наука, 1966. 432 с.
  9. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В.Е. Гмурман. М.: Высш. школа, 1972. 368 с.
  10. Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. М.: Наука, 1969. 576 с.
  11. Вишневский В.М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей / В.М. Вишневский. М.: Техносфера, 2004. 512 с.
  12. Новиков О.А. Прикладные вопросы теории массового обслуживания / О.А. Новиков, Б.В. Гнеденко, С.И. Петухов. М.: Советское радио, 1969. 398 с.

ТКАЧЕНКО К.С.: KSTKACHENKO@SEVSU.RU