

## ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО БИЗНЕСА

Д.В. Бельков, Е.Н. Едемская, Т.А. Едемская

Донецкий национальный технический университет

*Стаття присвячена розробці динамічного методу оптимізації розподіленої інформаційної системи електронного бізнесу. Запропонована система керування, що мусить перерозподілити функціональні модулі серед серверів у разі дисбалансу навантаження. Це забезпечить підвищення ефективності функціонування за рахунок зменшення часу відгуку та збалансованості навантаження.*

Интернет предоставляет потенциально большие возможности электронного бизнеса, что делает актуальной разработку новых распределенных информационных систем. На этапе создания системы требуется разместить ее функциональные модули среди серверов. Возникает оптимизационная задача, в которой множество вершин графа  $G(V,E)$  необходимо разделить на  $p$  несвязанных подмножеств  $S_1, S_2, \dots, S_i, S_p$ , где  $p$  - количество серверов:  $\cup_i S_i = V$ ,  $S_i \cap S_j = 0$ ,  $i \neq j$ . При эффективной стабильной работе системы загрузка серверов должна быть сбалансированной, а время отклика сети – минимальным. Для балансировки загрузки в каждом из подмножеств суммарный вес вершин должен быть примерно равным:  $|S_i| \leq |V|/p$ . Чтобы минимизировать время отклика сети количество обрезанных ребер должно быть минимальным. Данная задача может быть решена с помощью методов, описанных в работе [1]. Однако эти методы являются статическими, при их использовании возможны задержки и блокировки выполнения функций, заранее распределенных по серверам. Для преодоления этого недостатка необходимо разработать динамический метод оптимизации системы, который допускает миграцию функций по серверам в зависимости от сетевой нагрузки.

Данная статья посвящена разработке динамического метода оптимизации распределенной системы электронного бизнеса. В этом методе используется система управления балансировкой загрузки серверов, которая при обнаружении дисбаланса загрузки должна переназначить функциональные модули среди серверов. Это обеспечивает повышение эффективности функционирования системы за счет уменьшения времени отклика и балансировки загрузки. Целью статьи является построение структурной схемы системы управления балансировкой загрузки серверов распределенной системы.

Распределенную информационную систему будем рассматривать как объект, балансировкой загрузки которого можно управлять. Распределение загрузки объекта в состоянии  $s$  характеризуется вектором  $X^s = \{X_1^s, X_2^s, \dots, X_i^s, \dots, X_n^s\}^T$ , который назовем вектором состояния объекта управления, а его элементы – фазовыми координатами.

В данной работе используются условные обозначения, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Условные обозначения

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| $n$                         | Количество серверов информационной системы  |
| $\mu_i$ (бит/с)             | Быстродействие $i$ -го сервера, $i=1,2,\dots,n$   |
| $m_i$                       | Количество запросов к функциям, выполняемым $i$ -м сервером, $i=1,2,\dots,n$  |
| $\lambda_{ir}$ ( $c^{-1}$ ) | Интенсивность запросов к функции $r$ -го типа, выполняемой $i$ -м сервером, $r=1,2,\dots, m_i$ , $i=1,2,\dots,n$                                |
| $v_{ir}$ (бит)              | Объем запроса к функции $r$ -го типа, выполняемой $i$ -м сервером, $r=1,2,\dots, m_i$ , $i=1,2,\dots,n$   |
| $\lambda_i$ (бит/с)         | Суммарная интенсивность запросов к функциям, выполняемым $i$ -м сервером, $i=1,2,\dots,n$<br>$\lambda_i = \sum_{r=1}^{m_i} \lambda_{ir} v_{ir}$ |
| $X_i$                       | Коэффициент загрузки $i$ -го сервера, $i=1,2,\dots,n$<br>$X_i = \lambda_i / \mu_i$ , $0 < X_i < 1$  |
| $X_{\max}$                  | Максимальное значение $X_i$ : $X_{\max} = \max(X_i)$ , $i=1,2,\dots,n$  |
| $\bar{X}$                   | Среднее значение $X_i$ : $\bar{X} = \sum_{i=1}^n X_i / n$   |
| $\sigma$                    | Среднеквадратичное отклонение значений $X_i$ :<br>$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 / n}$  |
| $\beta$                     | Степень дисбаланса загрузки: $\beta = \sigma / X_{\max}$ , $0 < \beta < 1$  |
| $s$                         | Номер состояния объекта управления, $s=0,1,\dots$   |
| $q$                         | Номер момента измерения значений $X_i^s$ , $q=0,1,\dots$  |
| $\Omega^s$                  | Дискретный процесс балансировок загрузки, $s=0,1,\dots$   |
| $\theta^s$                  | Случайный интервал времени между балансировками загрузки, $s=0,1,\dots$   |

Таблица 1. – Условные обозначения (продолжение)

|              |  |
|--------------|--|
| $L^s$        | n-мерный дискретный процесс изменения фазовых координат во времени, $s=0,1,\dots$                    |
| $I_q^s$      | n-мерный регулярный дискретный процесс измерения фазовых координат, $s=0,1,\dots, q=0,1,\dots$       |
| $\Delta$     | Интервал времени между моментами измерения фазовых координат.  |
| $\epsilon$   | Невязка: $\epsilon = \beta^s - \beta^{s-1}$  |
| $\delta X^s$ | Вектор изменения фазовых координат с целью балансировки загрузки: $\delta X_i^s = X_i^{s+1} - X_i^s$ |

Индикатором дисбаланса загрузки серверов является параметр  $\beta$ . Чем меньше значение  $\beta$ , тем более равномерно распределена нагрузка.

Процесс  $\Omega^s$  балансировок загрузки переводит объект управления из одного состояния в другое. Между моментами балансировок состояние объекта остается неизменным. Поскольку переходы от состояния к состоянию происходят в случайные моменты времени, то объект управления имеет случайную структуру.

В каждом состоянии выполняется регулярный дискретный процесс  $I_q^s$  измерения фазовых координат. Моменты изменения состояний и моменты измерения фазовых координат под управлением процессов  $\Omega^s$  и  $I_q^s$  показаны на рисунке 1. В течение случайного интервала  $\theta^s$  между моментами перехода из состояния  $s$  в состояние  $s+1$  регулярно с интервалом  $\Delta$  выполняются измерения фазовых координат.

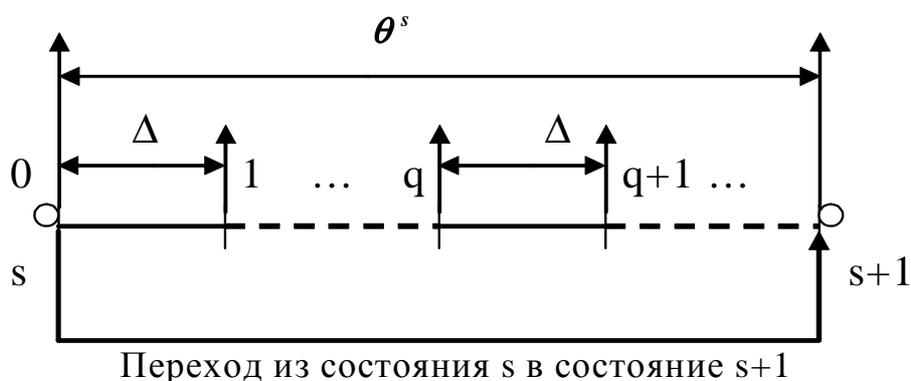


Рисунок 1.- Моменты изменения состояний и моменты измерения фазовых координат

В данной работе предлагается система управления балансировкой загрузки, структурная схема которой показана на рисунке 2. На рисунке 3 показана укрупненная структурная схема системы управления.

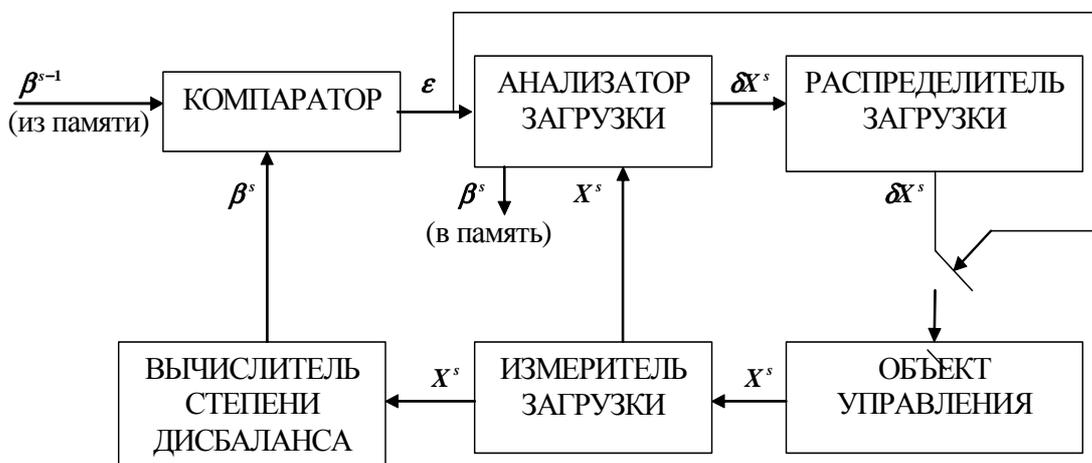


Рисунок 2.- Структурная схема системы управления балансировкой загрузки

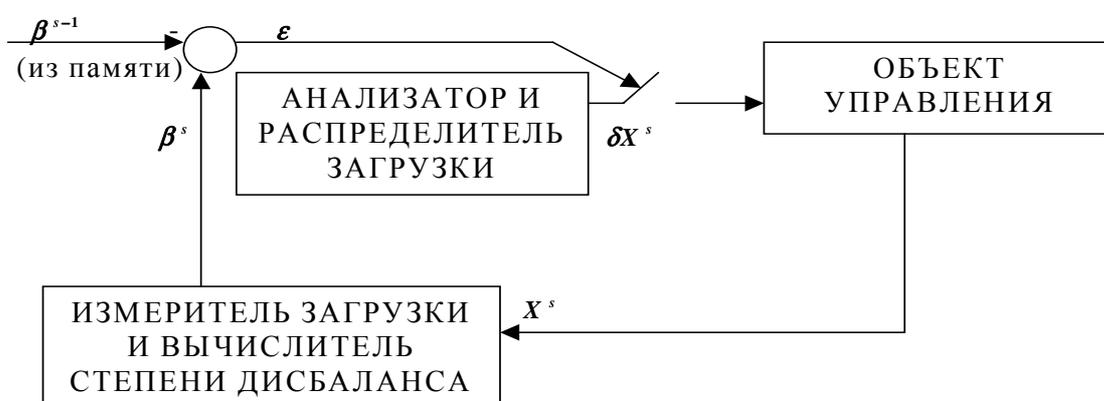


Рисунок 3. - Укрупненная структурная схема системы управления балансировкой загрузки

Измеритель загрузки в состоянии  $s$  выполняет измерение значений коэффициентов загрузки серверов. Результатом его работы является вектор  $X^s = \{X_1^s, X_2^s, \dots, X_i^s, \dots, X_n^s\}^T$ , который подается на вход вычислителя степени дисбаланса и на первый вход анализатора загрузки.

Вычислитель степени дисбаланса определяет параметр  $\beta^s$  по формуле  $\beta^s = \sigma^s / X_{\max}^s$ . Значение  $\beta^s$  поступает на вход компаратора. На другой его вход из памяти поступает значение  $\beta^{s-1}$ . На выходе компаратора формируется невязка  $\varepsilon$ :  $\varepsilon = \beta^s - \beta^{s-1}$ . Значение  $\varepsilon$  подается на второй вход анализатора загрузки.

Анализатор загрузки принимает решение о необходимости процесса балансировки в состоянии  $s$ . Если  $\varepsilon < 0$ , следовательно, распределение загрузки в состоянии  $s$  более равномерно, чем в состоянии  $s-1$ . В этом случае значение  $\beta^{s-1}$  заменяется в памяти значением  $\beta^s$  и балансировка не выполняется. Если  $\varepsilon = 0$ , то распределение загрузки не ухудшилось и балансировка не выполняется. Если  $\varepsilon > 0$ , то распределение загрузки ухудшилось и в состоянии  $s$  необходимо выполнить балансировку загрузки. В этом случае анализатором загрузки формируются векторы  $X^{s+1}$  и  $\delta X^s$ . Вектор  $\delta X^s$  подается на вход распределителя загрузки, который выполняет перестановку функциональных модулей между серверами с целью загрузки серверов в соответствии с вектором  $X^{s+1}$ . Это приводит к более равномерной загрузке серверов.

В работе предложен метод оптимизации распределенной системы электронного бизнеса на основе управления балансировкой загрузки ее серверов. Построена структурная схема системы управления балансировкой загрузки серверов. Перспективными направлениями исследований данного метода являются: определение значений интервалов времени между моментами балансировок загрузки, определение оптимальных значений интервалов времени между моментами измерения фазовых координат.

Перспективной является разработка сетевой модели информационной системы ЗАО ПО „КОНТИ” [2] с целью исследования информационных потоков между крупными функциональными модулями.

#### Литература

1. Graph Partitioning Algorithms. [Электронный ресурс], 2007. – Режим доступа: [//www.stanford.edu/class/cs238](http://www.stanford.edu/class/cs238).
2. Группа „КОНТИ”. [Электронный ресурс], 2003. – Режим доступа: [//www.kiev-konti.com](http://www.kiev-konti.com)

3.04.2011.