

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Кулешов Валерій Вячеславович – кандидат технічних наук, доцент, Український державний університет залізничного транспорту, доцент кафедри залізничних станцій та вузлів; тел.: 093-180-57-58; e-mail: kharkov.kuleshov@yandex.ua.

Кулешов Валерій Вячеславович – кандидат технических наук, доцент, Украинский государственный университет железнодорожного транспорта, доцент кафедры железнодорожных станций и узлов; тел.: 093-180-57-58; e-mail: kharkov.kuleshov@yandex.ua.

Kuleshov Valery – Candidate of technical Sciences, associate Professor, Ukrainian State University of Railway Transport, assistant professor of railway stations and junctions; Contact tel.: 093-180-57-58; e-mail: kharkov.kuleshov@yandex.ua.

УДК 519.687

К. А. МАЦУЕВА

МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНОГО РОЗПОДІЛЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ В ІНФОРМАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ НА БАЗІ ХМАРНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

Розвиток комп'ютерних технологій призводить до все більшого використання технологій хмарних обчислень в тому числі в математичних і експериментальних дослідженнях. Актуальним завданням є дослідження ефективних методів керування продуктивністю і оптимізації використання програмних і апаратних складових ресурсів. В рамках дослідження побудовано модель інформаційної системи для наукових досліджень на базі хмарних досліджень, проаналізовано характеристики і приведено алгоритм для ефективного надання послуг в обчислювальних системах на базі хмарних обчислень.

Ключові слова: розподілення навантаження, хмарні обчислення, моделювання, розподілені системи, керування ресурсами, динамічна консолідація, інформаційна система.

Вступ. В теперішній час розвиток комп'ютерних технологій пов'язаний з використанням інформаційних технологій, що, в свою чергу, породжує необхідність в розробці і активному використанні мережевих мультимедійних послуг. Найбільш активно розвиваються методи спрощення і доступності математичних і експериментальних досліджень.

Існує певна статистична закономірність споживання існуючих обчислювальних потужностей, що показує, що 80% ресурсів необхідні лише в 20% часу і навпаки. Навантаження на апаратні і програмні ресурси носить плаваючий характер.

В даний час для забезпечення зберігання мультимедіа контенту і доступу до ресурсів найбільш вигідним є застосування гібридних хмарних систем. Масштабування та інші характеристики, властиві хмарним обчисленням, є одним з важливих факторів, що впливають на тенденції розміщення та надання інформаційних послуг для наукових досліджень.

Вузьким місцем мультимедійних сервісів є точка передачі відеопотоку через обмеженість пропускної здатності вихідного каналу. При доступі до вже існуючого контенту створюється високе навантаження на систему зберігання даних. При он-лайн мовленні (наприклад, відеоконференції) створюється високе навантаження на службу стискання і обробки контенту. Крім того, специфіка роботи Internet полягає в тому, що в глобальних з'єднаннях не підтримуються наскрізні ширококомовні трансляції (multicast, broadcast). Відправка пакетів групі користувачів або всім користувачам мережі можлива тільки в межах локальної мережі, в глобальних мережах можуть відправлятися тільки адресні (unicast) пакети. Як наслідок, для кожного клієнта при зверненні до сервісу трансляції створюється персональний потік (точка-точка), що при великій кількості звернень призводить до вичерпання пропускної здатності каналу зв'язку.

Постановка задачі. В рамках дослідження встановлено, що забезпечення доступу до ресурсів обчислювальної системи має такі особливості:

- навантаження періодичне і одночасно проходять звернення до декількох різнотипних ресурсів;

- при зверненні до корпоративних сервісів не враховується пріоритет обслуговування і виділення смуги пропускання для критично важливого трафіка.

- до 80 % навантаження можливо спланувати, так як для доступу до ресурсів використовуються попередні запити на користування сервісом (наприклад запис на лекцію або вебінар) і статистичних даних використання інформаційних ресурсів для зменшення навантаження на бази даних.

Традиційно оптимізація використання обчислювальних ресурсів здійснюється за допомогою процедури балансування навантаження. Як правило, балансування полягає в розподілі запитів між певними компонентами, обробниками хмарної системи на основі оцінки завантаженості і їх стану. Так як хмарна система керується з єдиного контролера, це означає що отриманий запит може бути відданий на обробку будь-якого з активних пристроїв, що підтримують роботу обраної програми. Однак, робота додатків часто залежить не тільки від обсягу оперативної пам'яті і процесорного часу, необхідних для виконання запиту користувача [2-5].

Результати досліджень. Для аналізу ресурсів обчислювальної системи для наукових досліджень зроблена рівнева модель на основі базових високонавантажених доступних зовнішнім користувачам підсистем: підсистема інтерактивних додатків; підсистема представлення інформаційних матеріалів (електронна бібліотека); підсистема трансляції і публікації матеріалів (відеопортал).

Як зазначалося раніше, прогнозування наванта

ження клієнтів дозволяє підготувати обладнання і канали зв'язку для прийому трафіку. Однак, це не вирішує проблему непрогнозованих екстремальних навантажень, а застосування методу, заснованого на збільшенні часу відгуку системи призводить до подовження черзі заявок що, знижує динаміку роботи системи. Такий підхід неможливо організувати для сервісів реального часу таких як, потокова передача відео- та аудіо даних. До того ж більшість систем працює за принципом First In, First Out (FIFO).

В рамках дослідження інформаційної системи розроблений алгоритм пріоритетного обслуговування клієнтів високонавантажених додатків з критичним часом відгуку. У зв'язку з цим вирішені наступні завдання: виділено прикладне програмне забезпечення, що впливає на роботу кожної з підсистем; визначена найбільш ресурсомістка підсистема; визначені індикатори пріоритетів обробки запитів при одночасному функціонуванні підсистем; побудована математична модель для максимізації числа оброблених звернень.

Роботу internet-додатків часто розглядають як систему масового обслуговування з обмеженим часом перебування в черзі і пуассонівським потоком заявок [8, 9]. Для формалізації роботи internet-додатків механізм обробки запитів будемо розглядати як багатоканальне СМО з кількома чергами (рис. 1).

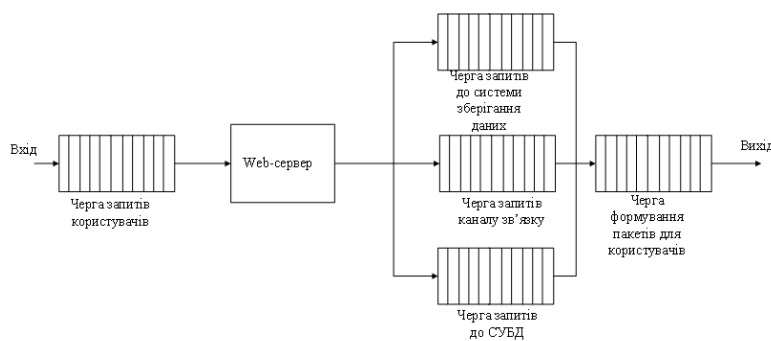


Рис. 1 - Модель роботи web-додатку як СМО

В ході дослідження встановлено, що на всіх трьох рівнях моделі основними факторами, що впливають на швидкість обробки запитів користувачів програмним забезпеченням системи є: звернення до бази даних (SQL-запитів/с); звернення до дискового простору як сервера, так і системи зберігання даних для запису і читання необхідної інформації (Мб/с); використання каналу зв'язку встановленої пропускної можливості за одиницю часу для прийому і передачі необхідного об'єму даних (Мбіт/с).

Для кожного з рівнів чисельні показники в процентному співвідношенні до сумарного показника використання даного ресурсу всіма рівнями моделі визначаються виразом:

$$R_{i \text{ вик}} = \frac{R_i \cdot 100}{(R_1 + \dots + R_n)}, \quad (1)$$

де R_1, \dots, R_n – чисельні показники використання ресурсу по кожному з класифікаційних ознак, отримані в результаті змін на інтервалі часу ΔT . Індикатори пріоритету обслуговування рівнів моделі визначимо на

основі рейтингу затребуваності ресурсів системи в цілому. Аналізуючи інтенсивність використання кожного з компонентів ресурсів побудована діаграма пріоритетів затребуваності сервісів і апаратного забезпечення, які є в основі кожної з підсистем (рис. 2).

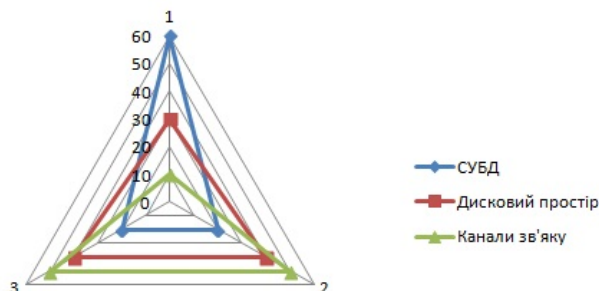


Рис. 2 – Діаграма пріоритетів затребуваності ресурсів

Загальну ресурсомісткість системи визначимо як сумарну площу U , що займається усіма рівнями моделі (U_i). При цьому максимально можливі ресурси сервера позначимо, як площу, отриману при використанні 100 % всіх ключових сервісів [10].

Так як робота підсистем здійснюється безперервно, надходження заявок до ресурсів системи (СУБД, канали зв'язку, дисковий простір), можна описати в

дискретному часі: $I_j(T_j) = \{j: t \in$

$(0, T_j)\}$ - множина номерів заявок, що прийшли в інтервал часу $(0, T_j)$ на підсистему i (i - рівень підсистеми, $i = 1, \dots, M$).

Статус обробки j -ї заявки, що надійшла на i -ий рівень позначимо x_{ij} , причому відмовою в обслуговуванні будемо вважати $x_{ij} = 0$, успіх $x_{ij} = 1$.

Інтенсивність надходження і обробки заявок на кожен з рівнів моделі позначимо λ_i , при цьому вона прямо залежить від ресурсоемності підсистеми. Крім того, введемо показник пріоритету (P_i) для кожного з рівнів, розподіл якого залежить від кількості одночасно використовуваних ресурсів. Тоді на навантаження, створюване кожним з рівнів, можна накладати обмеження:

$$\sum_{I_j(T_j)} U_i x_{ij} \leq H_i, i = 1, \dots, M. \quad (2)$$

Використані наступні обмеження, пов'язані з предметною областю дослідження: час обробки (T) запиту обмежено; потужність сервера (H) фіксована;

Через нерівномірність використання основних ресурсів сервера кожним з рівнів інформаційної системи необхідно визначити умови максимального навантаження сервера, при якому можлива безвідмовна робота всіх додатків:

$$\sum_{i=1}^M \sum_{j \in I_j(T_j)} U_j x_{ij} \leq H_i, x_{ij} = \{0,1\}. \quad (3)$$

Отже, для обробки максимальної кількості запитів користувачів в одиницю часу отримуємо цільову функцію наступного виду:

$$\sum_{i=1}^M \sum_{j \in (T_j)} \lambda_i x_{ij} P_i \rightarrow \max \quad (4)$$

При виборі пріоритетів оцінюються наступні характеристики заявки: час знаходження запиту в черзі; поточна довжина черги запитів; інтенсивність звернення до кожного з компонентів ресурса, необхідних для виконання заявки. У ході реалізації запропонованої моделі в розподіленій інформаційній системі отримані наступні показники роботи, що дозволяють оцінити ефективність застосування розробленого алгоритму розстановки пріоритетів. Аналіз проводився на часовому проміжку $\Delta t T = 60$ секунд. Обмеження за часом обумовлені технічними параметрами (максимально допустимим часом відгуку) роботи програми. Ефективність роботи алгоритму пріоритетів оцінюється шляхом порівняння черги (загальної кількості запитів), що одночасно знаходяться в системі, і кількості відкинутих запитів. На рис. 3 представлена діаграма обслуговування заявок в реально діючій системі без використання запропонованого алгоритму.



Рис. 3 – Діаграма обслуговування запитів без використання алгоритму розподілу пріоритетів

Застосувавши алгоритм вибору і розстановки пріоритетів для кожного з ресурсів в рамках всієї системи дистанційного навчання отримуємо зниження кількості відкинутих заявок в кожен момент часу приблизно 2,7 рази, при цьому загальне число необроблених заявок по закінченню часу обробки ΔT знизилася з 12 до 5 (рис. 4).

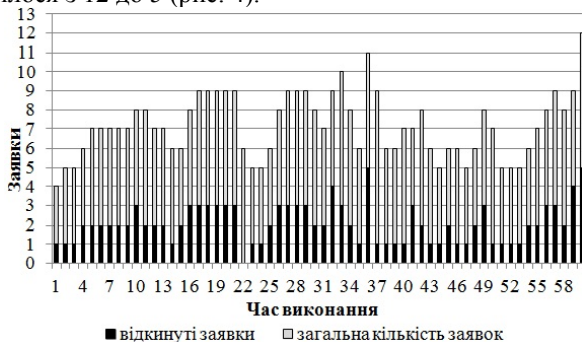


Рис. 4 – Діаграма обслуговування запитів з використання алгоритму розподілу пріоритетів

В результаті дослідження по оцінці часу відклику системи було встановлено приріст швидкості обробки

запитів, порівняно з звичайною обробкою, так як середня довжина черги знизилася з 8,6 до 5,1 (рис. 5).

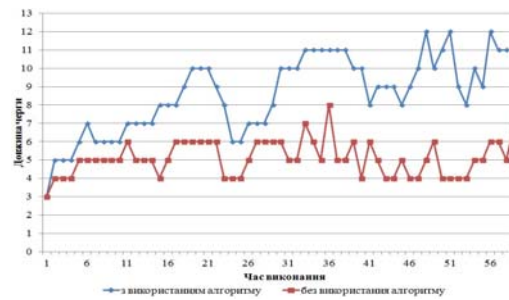


Рис. 5 – Діаграма динаміки виконання запитів

Висновки. Перевірка роботи алгоритму була проведена на симуляторі, що моделює розподілення навантаження з використанням імітаційної моделі процесу взаємодії користувачів з мультимедійними сервісами. Отримана модель і алгоритм можуть використовуватись для підвищення ефективності використання програмних і апаратних ресурсів, якості надання послуг в інформаційних системах на базі хмарних обчислень, а також для запобігання навантаження сервісів при пікових навантаженнях.

Список літератури: 1. Brucker, P. Scheduling Algorithms [Text] / P. Brucker. - Berlin : Springer, 2007. - 371 p. 2. Vashkevich, N. P. Активные инфологические модели обработки данных на основе иерархических сетей фреймов [Текст] / Н. П. Вашкевич, Н. С. Зинкина // Вопросы радиоэлектроники. Серия ЭВТ. - 2009. - Вып. 4. - С. 54 - 63. 3. Зинкина, Н. С. Агентно-ориентированный подход к проектированию распределенных систем управления базами данных [Текст] / Н. С. Зинкина // Перспективы науки. - 2011. - № 2 - С. 80 - 86. 4. Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R. Above the Clouds: A Berkeley view of cloud computing [Text] / M. Armbrust // Science. - 2009. - С. 191-196. 5. Жевнерчук, Д. В. "Методика моделирования нагрузки на сервер в открытых системах облачных вычислений" [Текст] / Д. В. Жевнерчук, А. В. Николаев // Информ., 2012. - С. 43 - 50. 6. Borodin, A. Online computation and competitive analysis [Text] / A. Borodin, R. El-Yaniv // Cambridge University Press, New York, 1998. - Vol. 3. 7. Pinedo, M. L. Planning and Scheduling in Manufacturing and Services [Text] / M. L. Pinedo // New York : Springer, 2005. - 506 p. 8. Петров, Д. Л. Динамическая модель масштабируемого облачного хранилища данных [Текст] / Д. Л. Петров // Известия ЛЭТИ, #4, 2010. - С. 17 - 21. 9. Bender, M. A. Communication-Aware Processor Allocation for Supercomputers [Text] / M. A. Bender, D. P. Bunde, E. D. Demaine // Lecture Notes in Computer Science. - 2005. - Т. 3608. - P. 169 - 181. 10. Buyya, R. Cloud Computing. Principles and Paradigms [Text] / R. Buyya, J. Broberg, A. Goscinski // John Wiley, 2011. - 675 p.

Bibliography (transliterated): 1. Brucker, P. (2007). Scheduling Algorithms. Berlin : Springer, 371. 2. Vashkevich, N. P. (2009). Active infological active data model based on hierarchical networks of frames. Questions of electronics. EVT series, 4, 54-63. 3. Zinkina, N. S. (2011). Agent-oriented approach to the design of distributed database management systems. Prospects of science, 2, 80-86. 4. Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R. (2009). Above the Clouds: A Berkeley view of cloud computing, Science, 1, 191-196. 5. Zhevnerchuk, D. V. (2012). Methodology of simulation server load in open systems, cloud computing. Inform, 43-50. 6. Borodin, A., El-Yaniv, R. (1998). Online computation and competitive analysis. Cambridge University Press, New York, Vol. 3. 7. Pinedo, M. L. (2005). Planning and Scheduling in Manufacturing and Services. New York : Springer, 506. 8. Petrov, D. L. (2010). Dynamic model of scalable cloud storage. News LETI, # 4, 17-21. 9. Bender, M. A. (2005). Communication-Aware Processor Allocation for Supercomputers. Lecture Notes in Computer Science, T. 3608, 169-181. 10. Buyya, R. (2011). Cloud Computing. Principles and Paradigms. John Wiley, 675.

Мацуєва Карина Андріївна – аспірант, Національний авіаційний університет, асистент кафедри комп'ютеризованих систем управління; тел.: 093-669-53-15; e-mail: karyna_matsueva@bigmir.net.

Мацуєва Карина Андреевна – аспірант, Национальный авиационный университет, ассистент кафедры компьютеризованных систем управления; тел.: 093-669-53-15; e-mail: karyna_matsueva@bigmir.net.

Matsuiyeva Karyna Andreevna – graduate, National Aviation University, Assistant of the Department of computerized control systems; tel.: 093-669-53-15; e-mail: karyna_matsueva@bigmir.net.

УДК 664.126.1

А. І. ЖУЧЕНКО, К. Ю. МІЩЕНКО

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ СОКООЧИСНИМ ВІДДІЛЕННЯМ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА

В даній роботі проаналізовано техніко-економічні показники, які можуть бути використані як критерії оптимального керування сокоочисного відділення цукрового виробництва. Обрано та обґрунтовано критерій, який в більшій мірі характеризує роботу відділення та сформульовані обмеження як на якісні показники продукту, так і на керувальні дії. Визначена задача оптимального керування сокоочисного відділення цукрового заводу.

Ключові слова: цукрове виробництво, сокоочисне відділення, критерій оптимального керування, обмеження, задача керування.

Вступ. Цукробурякове виробництво умовно ділять на три основні технологічні відділення: бурякопереробне, у якому здійснюють підготовчі операції з буряком і добування дифузійного соку; сокоочисне, у якому очищують дифузійний сік від нецукрів і згущують його до сиропу; продуктове, де проводять викристалізацію сахарози із сиропу з одержанням готового продукту [1].

Однією з найважливіших стадій цукробурякового виробництва є сокоочисне відділення. Отриманий дифузійний сік містить 16...17 % сухих речовин, у тому числі 14...15 % сахарози й близько 2 % нецукрів. Він має майже чорний колір, кислу реакцію (рН 6,0...6,5), сильно піниється, містить обривки клітинних тканин, пластівці скоагульованого білка, розчинні нецукри, що заважають кристалізації сахарози, що й збільшують її втрати з мелясою. У зв'язку із цим одержати з нього цукор шляхом безпосереднього випарювання води й кристалізації сахарози неможливо. Тому виникає завдання видалення з дифузійного соку нецукрів. Таким чином, від роботи сокоочисного відділення значною мірою залежить вихід білого цукру та його якість, витрати енергетичних та природних ресурсів [2].

Задача підвищення ефективності роботи сокоочисного відділення не може бути вирішена без використання сучасних оптимальних систем керування. Тому **актуальним завданням** є розроблення та впровадження систем оптимального керування технологічними процесами сокоочисного відділення для отримання цукру потрібної якості при високих техніко-економічних показниках виробництва.

Аналіз попередніх досліджень. На сьогоднішній день відома значна кількість робіт, які присвячені автоматизації технологічних процесів сокоочисного відділення цукрового заводу [3 – 12].

Серед цих робіт можна відзначити роботу [3]. У цій роботі розглядаються технологічні процеси та їх визначальні параметри, а також їх вплив на сокоочищення.

У статті [4] розглянуто використання ПД- та нечіткого регулятора для керування процесом сокоочищення та проаналізовано їх переваги та недоліки.

Задачу керування з застосуванням ПД-регулятора і генетичних алгоритмів розглянуто у матеріалах конференції [5].

Задачу оптимізації значення рН цукрового соку з застосуванням адаптивного динамічного програмування та нелінійного динамічного програмування з застосуванням нейронних мереж розв'язувалася у [6]. Однак інші важливі параметри процесу і якісні показники продукції в роботі не були досліджені.

Патент [7] виданий на систему керування технологічними процесами сокоочисного відділення.

Однак задача оптимізації режимів функціонування технологічних процесів шляхом керування ними у згаданих вище роботах не розглядалася.

У патенті [8] розглядається створення оптимальних систем керування сокоочисним відділенням. За оптимальний критерій прийнято мінімізацію кольоровості, втрат сахарози та мінімізацію втрат діоксиду кальцію та діоксиду сірки, а також матеріальних витрат з урахуванням обмежень на температуру на початку і в кінці процесу, а також рН після дефекації та сульфитації. Проте, не враховується концентрація солей кальцію та вміст основних компонентів хімічного складу, що суттєво впливає на якість роботоданих та наступних технологічних процесів.

Серед вітчизняних досліджень слід виділити роботу [9]. У ній представлена автоматизована системи керування сокоочисним відділенням з налаштуванням ПІ- і ПІД-регуляторів для багаторівневих АСУ.

У дисертації [10] автор розглянув застосування нечіткої системи керування.

Синергетичними регуляторами для сокоочисного відділення займалися Заїка В. І. та Кишенько В. Д. [11]. Однак постановка задачі оптимального керування сокоочисним відділенням відсутня.

© А. І. Жученко, К. Ю. Міщенко. 2015