

УДК 004.6

О.М. Чаузов<sup>1</sup>, В.Б. Кононов<sup>2</sup>, Н.В. Лукова-Чуйко<sup>3</sup><sup>1</sup> Інститут СЗЗІ НТУ України «КПІ» імені Ігоря Сікорського, Київ<sup>2</sup> Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків<sup>3</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

## МЕТОДИКА ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСУ ОБРОБКИ ЗАПИТУ СИСТЕМ ШВИДКОГО РЕАГУВАННЯ

У статті розглядаються питання щодо особливостей інформаційно-обчислювальних мереж, що підтримують системи швидкого реагування. Обґрунтована необхідність розробки методики прогнозування часу обробки запиту та запропонована відповідна методика. Розглянута послідовність дій при прогнозуванні часу обробки запиту.

**Ключові слова:** прогноз, інформаційно-обчислювальна мережа, система швидкого реагування.

### Вступ

**Особливості інформаційно-обчислювальних мереж, що підтримують системи швидкого реагування.** При обробці запитів систем швидкого реагування виникає низка особливостей, зокрема, необхідно мати більш розгалужену систему пріоритетів, а також прогнозувати час обробки запитів з метою можливого вивільнення ресурсів для прискорення проходження більш пріоритетних запитів.

**Аналіз останніх досліджень.** У ряді літературних джерел [1 – 7] описані різні підходи до прогнозування часу обробки запитів у інформаційно-обчислювальних мережах. Але у всіх цих роботах особливості мереж швидкого реагування або не враховуються, або враховуються не в повній мірі.

**Мета статті** – обґрунтувати та розробити методику прогнозування часу обробки у інформаційно-обчислювальних мережах запитів систем швидкого реагування.

### Результати досліджень

**1. Обґрунтування необхідності розробки методики прогнозування часу обробки запиту для систем швидкого реагування.** В обчислювальному середовищі систем швидкого реагування (СШР) здійснюється перетворення вхідного потоку запитів у вихідний потік результатів таким чином, щоб максимально повно виконувалися вимоги користувачів. Управління інформаційно-обчислювальною мережею (ІОМ), що підтримує СШР, здійснюється з метою компенсації невизначеності, пов'язаної з нестаціонарним вхідним потоком запитів, невизначеністю складу ІОМ, зміною вимог СШР із часом. У загальному випадку в процесі проектування ІОМ виділяються такі етапи управління [5]:

- формулювання цілей управління;
- структурний синтез моделі об'єкта;
- параметричний синтез моделі об'єкта, котрий включає у своєму склад ідентифікацію об'єкта

та процес планування експерименту, що дозволяє з максимальною ефективністю визначити параметри моделі об'єкта управління;

- синтез управління;
- реалізацію управління.

Оскільки основною функцією ІОМ СШР є обробка запитів, що надходить від користувачів системи, то оперативне управління ІОМ збігається з управлінням процесом обробки запитів, що є, в свою чергу, цілеспрямованим процесом функціонування системи [2]. Процес обробки запитів у ІОМ має як загальні, так і операційні властивості.

До операційних властивостей відносять такі: результативність, ресурсоемність та оперативність.

Загальними є такі властивості: масштабність, тривалість, стійкість до зовнішніх впливів.

Результати обробки запитів визначаються такими показниками, як об'єм і якість (точність, вірогідність, інформативність, змістовність, повнота, своєчасність) цільового ефекту, а також витратою операційних ресурсів.

У процесі обробки потоку запитів витрачаються такі ресурси:

- часовий (час знаходження запиту у ІОМ);
- структурний (обчислювальний і інший види ресурсів);
- технологічний (програми обробки запитів і управління);
- інформаційний;
- управлінський.

Користувач ІОМ визначає вимоги до результатів обробки запиту. Для СШР характерно, що значення показника цільового ефекту визначається програмою-оброблювачем і при заданих умовах є постійним.

Управління процесами обробки запитів спрямовано на забезпечення якості цільового ефекту. Особливу роль при цьому грає сумарна корисність результату для виконання завдання СШР, що можна представити у вигляді узагальненого показника ре-

зультативності обробки запиту, як залежність корисності виконання запиту від часу [8].

Управління в процесі функціонування ІОМ визначається схемою реалізації інформаційної технології часу [9], що представлена на рис. 1.

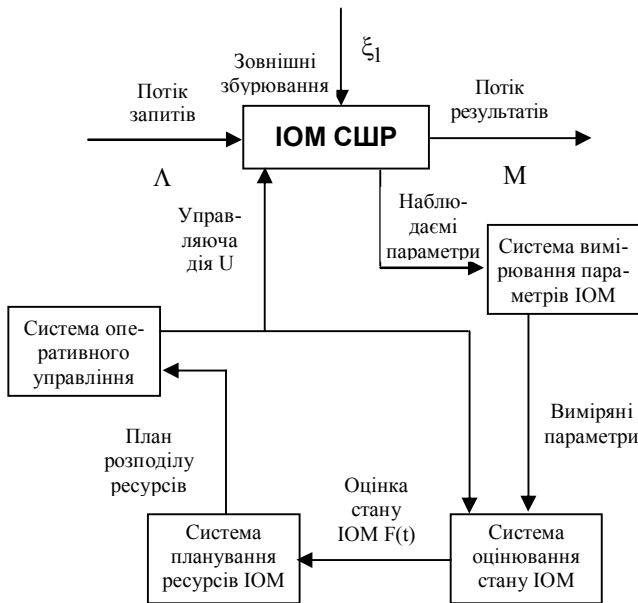


Рис. 1. Управління процесом розподілу ресурсів в ІОМ

При управлінні ІОМ передбачається, що на вхід надходить потік запитів  $\Lambda$ , а на виході є потік результатів  $M$ . При цьому є зовнішні збурювання  $\xi_1$ , пов'язані із процесом функціонування ІОМ. Система виміру, використовуючи вимірювальні монітори, визначає значення спостережуваних параметрів ІОМ  $W$ . Виміряні за визначеними алгоритмами значення параметрів  $W$  надходять в систему оцінювання стану. У системі оцінювання використовується отримана на етапі ідентифікації ІОМ, модель  $F$ , що має кілька станів.

На основі отриманих значень параметрів, визначається стан моделі  $F(t)$  в заданий період часу, що відповідає передбачуваному стану ІОМ. Отримані оцінки вектора станів  $V$  передаються в систему оперативного управління ІОМ. У системі оперативного управління розробляється план обробки запитів від користувача ІОМ, або корекція такого плану, а також план розподілу ресурсів ІОМ.

З аналізу рис. 1 видно, що схема управління розподілом ресурсів ІОМ СШР у процесі функціонування визначає п'ять етапів управління [2]:

- вимір (моніторинг);
- оцінювання поточного стану;
- визначення необхідного стану ІОМ;
- вироблення управляючого впливу;
- реалізація впливу.

Необхідний стан ІОМ змінюється із часом, оскільки система повинна максимізувати цільовий

ефект для потоку запитів, що визначає необхідність корекції стану. Оскільки всі використані на обробку запитів і управління ресурси є пасивними, то доцільним буде їх повне використання, внаслідок чого ефективність процесу обробки запитів визначається результативністю, або обсягом і якістю цільового ефекту. Оцінювання ефективності процесу обробки запитів полягає у визначенні ступеня відповідності показників обробки потоку запитів вимогам користувачів СШР [2].

Більше ефективним управління буде таке, що забезпечить меншу відмінність результатів обробки запитів в ІОМ СШР та вимог користувачів щодо обробки цих запитів і дозволить досягати цілей застосування АСУ, знаходження якого є актуальним завданням для ІОМ СШР.

Розглянемо аналіз існуючих методів планування розподілу ресурсів в ІОМ СШР.

Важливим етапом управління планування процесів обробки запитів, у рамках якого складається план розподілу ресурсів ІОМ СШР між запитами максимально задовольняючим показникам обробки інформації.

Загальна схема планування розподілу ресурсів ІОМ СШР представлена на рис. 2.

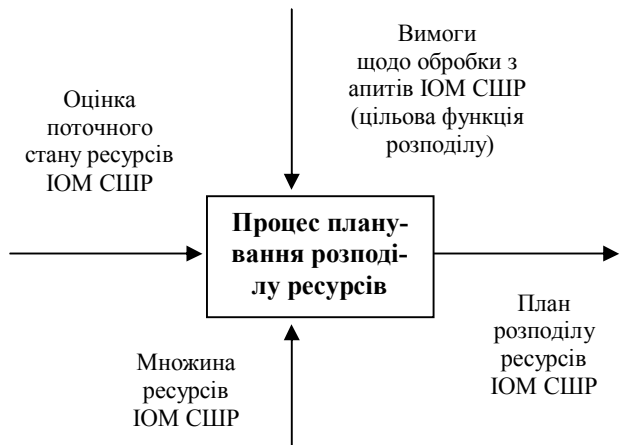


Рис. 2. Схема процесу планування розподілу ресурсів в ІОМ

Як видно з рис. 1, 2 процес планування реалізується системою планування, на вхід якої надходить оцінка поточного стану ресурсів ІОМ. Система планування розподіляє доступні ресурси між запитами, що перебувають у системі, відповідно до вимог користувачів до якості результатів обробки запитів (цільової функції розподілу).

На виході системи планування формується план розподілу ресурсів між запитами користувачів – план розподілених обчислень. У процесі планування використовуються ресурси з набору доступних до використання [6].

Система планування у ІОМ має ієрархічну організацію та містить чотири рівні:

- користувача;
- метапланування ІОМ;
- групи обчислювальних вузлів;
- обчислювального вузла,

що відрізняються цілями, вимогами, ресурсами, архітектурою та математичними методами оптимізації і адаптації, що використовуються.

Підвищення результативності обробки потоку запитів у ІОМ вимагає вибору архітектури системи планування, що реалізує алгоритм розподілу запитів між обчислювальними вузлами. Розмаїтість архітек-

тури систем планування невелике, на відміну від розмаїтості алгоритмів, що застосовуються при плануванні.

Це приводить до необхідності аналізу методів і алгоритмів планування розподілу ресурсів в ІОМ СШР, зокрема до розробки методики прогнозування часу обробки запиту.

**2. Схема методики прогнозування часу обробки запиту.** Прогнозування часу обробки запиту пропонується здійснювати за допомогою методики, узагальнена схема якої представлена на рис. 3.

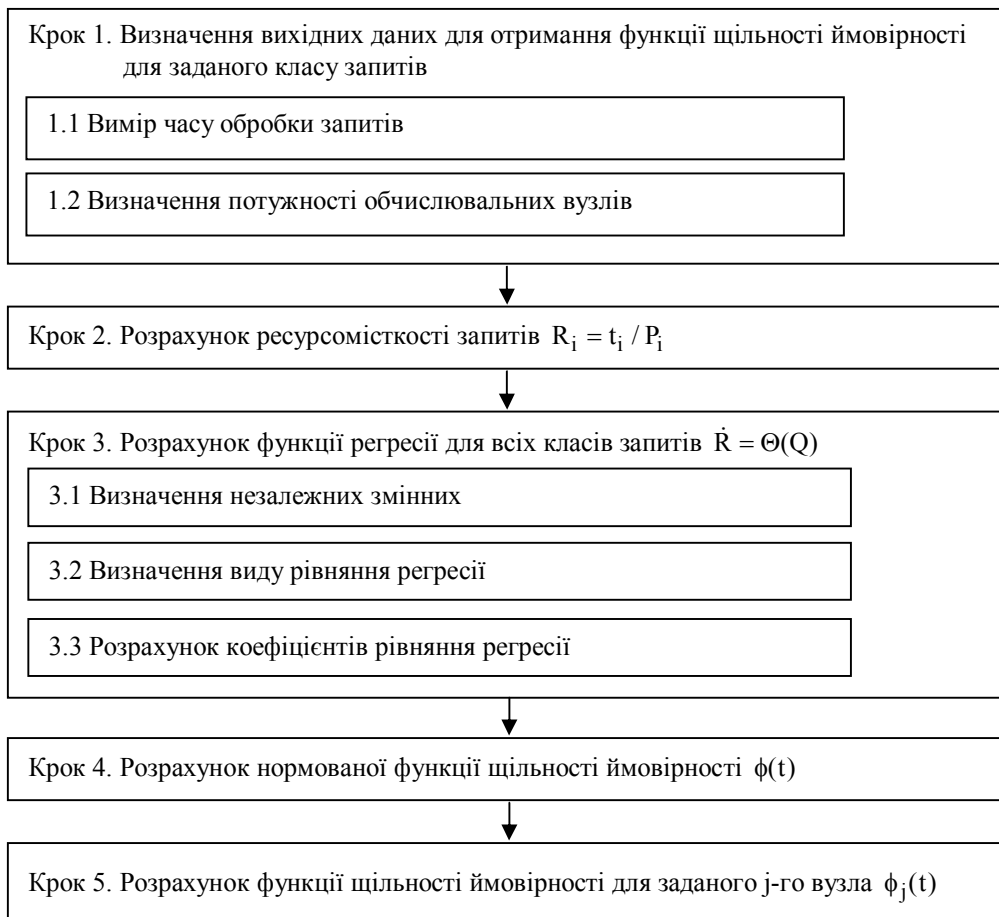


Рис. 3. Послідовність дій при прогнозуванні часу обробки запиту

**На першому кроці** формують вибірку запитів із вхідного потоку. Для кожного запиту з вибірки вимірюють час обробки запиту  $t$ . Для всіх обчислювальних вузлів ІОМ СШР з використанням систем тестування визначають продуктивність  $P$ .

**На другому кроці** розраховують обчислювальну ресурсомісткість запитів  $R$  як відношення  $t$  та  $P$  для всіх запитів з вибірки.

**На третьому кроці** вибірку запитів розбивають на кілька класів методами кластеризації з використанням методу  $k$ -середніх.

Виділення класів запитів  $C1: Q \in C1$ , що вимагають однакових ресурсів, дозволяє підвищити точність прогнозування часу обробки й спрощує планування.

**На четвертому кроці** для кожного класу запитів визначають функцію прогнозування ресурсомісткості з використанням модифікованого алгоритму регресійного аналізу, що полягає у використанні декількох рівнянь регресії.

Обчислювальна ресурсомісткість запиту є функцією від його властивостей:

$$R = g(Q) . \tag{1}$$

Вигляд функції  $g$  визначається алгоритмом обробки даних. Функція прогнозування  $g$  може відноситися до класу поліноміальних функцій [2].

Вид функції прогнозування пропонується визначати шляхом аналізу алгоритму обробки даних, а при його відсутності шляхом аналізу значимості

відповідних рівнянь регресії. В обчислювальних системах найбільше поширення одержали запити, ресурсомісткість яких лінійно залежить від об'єму вихідних даних.

Функція прогнозування ресурсомісткості  $v$  на основі лінійного рівняння регресії має такий вигляд:

$$\hat{R} = g(l) = k \cdot l + b, \quad (2)$$

де  $k$ ,  $b$  - коефіцієнти рівняння регресії.

Оскільки для запитів характерна зміна значень об'єму вхідних даних у широкому діапазоні пропонується прогнозувати ресурсомісткість на основі декількох рівнянь регресії на різних інтервалах діапазону зміни об'єму даних запиту [2].

Функція прогнозування ресурсомісткості запиту (2) приймає такий вигляд:

$$\hat{R} = \begin{cases} g_1(l), l > z_1; \\ \dots \\ g_n(l), l \leq z_n; \end{cases} = \begin{cases} k_1 \cdot l + b_1, l > z_1; \\ \dots \\ k_n \cdot l + b_n, l \leq z_n, \end{cases} \quad (3)$$

де  $n$  - кількість інтервалів,  $z_1, \dots, z_n$  - значення границь інтервалів.

Для знаходження коефіцієнтів функції прогнозування використовуються методи, які мінімізують середньоквадратичну помилку [6].

**На н'ятому кроці** прогнозують ресурсомісткість запиту з використанням функції прогнозування (3). З використанням значень продуктивності обчислювальних вузлів  $P$  і прогнозу ресурсомісткості для кожного обчислювального вузла розраховують час обробки запиту та помилку прогнозування.

## Висновки

Розглянуті особливості інформаційно-обчислювальних мереж, що підтримують системи швидкого реагування.

Обґрунтовано необхідність розробки методики прогнозування часу обробки запиту та запропонована відповідна методика. Наведена послідовність дій при прогнозуванні часу обробки запиту.

**Напрямок подальших досліджень** пов'язаний із розробкою алгоритму реалізації методики.

## Список літератури

1. Baki, A.K.M. Continuous monitoring of smart grid devices through multi protocol label switching [Text] / A.K.M. Baki // IEEE Transactions on Smart Grid. – 2014. – Vol. 5, №. 3. – P. 12.10-12.15.
2. Кучук, Г.А. Інформаційні технології управління інтегральними потоками даних в інформаційно-телекомунікаційних мережах систем критичного призначення [Текст] / Г.А. Кучук. – Х.: ХУ ПС, 2013. – 264 с.
3. Кучук, Г.А. Синтез стратифікованої інформаційної структури інтеграційної компоненти гетерогенної складової Єдиної АСУ Збройними Силами України [Текст] / Г.А. Кучук, О.П. Давікоза // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2013. – № 3. – С. 154-158.
4. Schramm, C. Application-oriented network modeling with mobile agents [Text] / C. Schramm, A. Bieszczad, B. Pagurek // Network Operations and Management Symposium, NOMS 98., IEEE. – IEEE, 1998. – Vol. 2. – P. 696-700.
5. Gentsch, W. Sun Grid Engine: towards creating a compute power grid [Text] / W. Gentsch // Cluster Computing and the Grid, 2011. Proceedings. First IEEE/ACM International Symposium on. USA, 2011. – P. 35-36.
1. Кучук Г.А. Метод оценок характеристик АТМ-трафика / Г.А. Кучук // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте, – 2003. – № 6. – С. 44-48.
6. Кучук, Г.А. Управление трафиком мультисервисной распределенной телекоммуникационной сети / Г.А. Кучук // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2007. – Вип 2. – С. 18-27.
7. Чаузов О.М. Математична модель розподілу інформаційного ресурсу між транзакціями до сховищ даних / О.М. Чаузов // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2015. – Вип 4. – С. 100-102.
8. Субач І.Ю. Моделі розподілу інформаційного ресурсу в асу спеціального призначення [Текст] / І.Ю. Субач, О.М. Чаузов, Н.Г. Кучук // Information technology and security. – К., 2016. – Т.4, № 1. – С. 75-84.
9. Черноуцкий И.Г. Методы оптимизации и принятия решений [Текст] / И.Г. Черноуцкий. – СПб.: Лань, 2001. – 384 с.

Надійшла до редколегії 21.03.2017

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. С.В. Козелков, Державний університет телекомунікацій, Київ.

## МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕНИ ОБРАБОТКИ ЗАПРОСА СИСТЕМ БЫСТРОГО РЕАГИРОВАНИЯ

А.Н. Чаузов, В.Б. Кононов, Н.В. Лукова-Чуйко

*В статье рассматриваются вопросы особенностей информационно-вычислительных сетей, поддерживающих системы быстрого реагирования. Обоснована необходимость разработки методики прогнозирования времени обработки запроса и предложена соответствующая методика. Рассмотрена последовательность действий при прогнозировании времени обработки запроса.*

**Ключевые слова:** прогноз, информационно-вычислительная сеть, система быстрого реагирования.

## METHODOLOGY FOR PREDICTING THE TIME OF REQUEST PROCESSING OF QUICK RESPONSE SYSTEMS

O.N. Chauzov, V.B. Kononov, N.V. Lukova-Chuyko

*The article deals with the features of information and computer networks supporting rapid response systems. The rationale for the development of a methodology for predicting the processing time of a request and a corresponding methodology has been proposed. The sequence of actions for forecasting the processing time of the request is considered.*

**Keywords:** forecast, information and computer network, rapid reaction system.