

*Андрій Вікторович Тристан* (канд. техн. наук, с.н.с., старший науковий співробітник)<sup>1</sup>  
*Юрій Геннадійович Бусигін* (науковий співробітник)<sup>1</sup>  
*Володимир Миколайович Чернега* (ад'юнк)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків*

<sup>2</sup>*Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ*

## МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ПЛАНУВАННЯ РОЗПОДІЛУ РЕСУРСУ В ІНФОРМАЦІЙНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНІЙ МЕРЕЖІ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

У статті запропоновано підходи до побудови моделі системи планування розподілу ресурсу в інформаційно-обчислювальній мережі автоматизованої системи управління, розглянуто модель управління інформаційно-обчислювальною мережею, показано, що основою управління є процес планування розподілу ресурсів. Приведено методи планування ресурсів, розглянуто типові цільові функції для системи планування ресурсу в інформаційно-обчислювальній мережі автоматизованої системи управління військового призначення. Запропоновано використовувати функцію корисності одержання результату обробки до кожного конкретного моменту часу.

**Ключові слова:** автоматизована система управління, інформаційно-обчислювальна мережа, процес управління, розподіл ресурсу, система планування.

### Постановка проблеми

На сучасному етапі розвитку системного підходу до проектування все більш актуальними стають задачі створення моделей функціонування та інформаційних технологій (ІТ), які пов'язані з розробкою сукупності прийомів і операцій теоретичного та практичного застосування автоматизованих систем управління (АСУ). Опис таких систем складається у вигляді множини моделей, у кожній з яких одержується характеристика деякого аспекту системи, ракурсу відображення її властивостей, станів та поведінки в процесі функціонування. Процес створення моделей пов'язаний з розкриттям зовнішньої та внутрішньої невизначеності системи.

Створення нових інформаційних технологій відбувається на різних етапах еволюції та життєвого циклу систем управління різного призначення, у тому числі і АСУ військового призначення.

В обчислювальному середовищі, що забезпечується інформаційно-обчислювальною мережею (ІОМ) АСУ, здійснюється постійне перетворення вхідного потоку запитів у вихідний потік результатів для максимально забезпечення вимог користувачів. Відповідно до цього потрібно реалізувати процес управління ІОМ, який здійснюється з метою компенсації невизначеності, пов'язаної з нестаціонарним вхідним потоком запитів, невизначеністю складу ІОМ (для розподіленої моделі ІОМ), зміною вимог користувачів із часом (що є актуальним для АСУ військового призначення).

Можна показати [1], що процес управління ІОМ АСУ зводиться до процесу планування та розподілу ресурсів ІОМ. У процесі функціонування ІОМ витрачаються такі ресурси як:

- часовий;
- обчислювальний;
- інформаційний;
- технологічний;
- управлінський.

Для оптимального (раціонального) розподілу ресурсу в ІОМ АСУ слід виділити та розробити модель планувальника, що забезпечить максимізацію (мінімізацію) визначеної цільової функції реалізації запитів в обчислювальному

середовищі АСУ шляхом складання плану розподілу ресурсів між запитами з вхідного потоку запитів.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

На даний час можна виділити ряд наукових робіт, присвячених оптимальному розподілу ресурсів ІОМ АСУ.

Так в роботі Топоркова В.В. [1] розроблені моделі та методи розподілених обчислень, які можуть бути застосовані при розподілі обчислювальних ресурсів мережі. Цікавою, на наш погляд, є робота Логінова І.В. [2], що присвячена побудові та оптимізації (у відповідності з потоком запитів) гетерогенної обчислювальної мережі для автоматизації процесу управління промисловим підприємством, а також Коваленко В.Н. [3], що присвячені проблемі побудови розподілених грід-систем. Існує також ряд закордонних публікацій, що присвячені даній проблемі [4-5]. Однак застосування даних моделей та методів характерно для промислових підприємств та економічних систем, для ІОМ АСУ військового призначення таке планування ресурсів обмежено.

### Мета статті

Метою статті є аналіз планування ресурсів та побудова моделі планувальника розподілу ресурсів інформаційно-обчислювальної мережі автоматизованої системи управління військового призначення.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Управління в процесі функціонування ІОМ може бути визначена схемою реалізації ІТ, що представлена на рис. 1 [2]. 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.

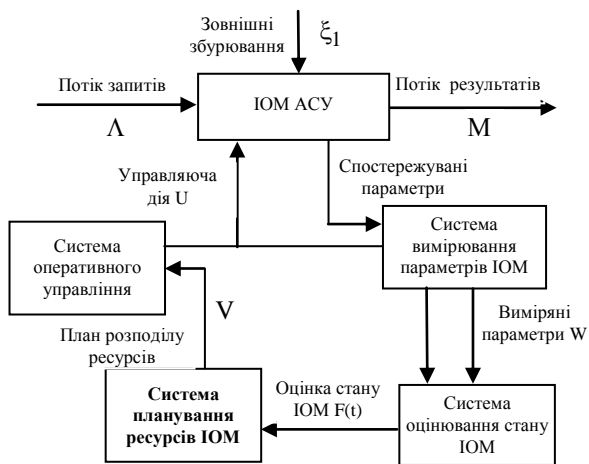


Рис. 1. Модель управління IOM ACU

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

Ефективним буде таке управління, що забезпечить меншу відмінність результатів обробки запитів в IOM ACU та вимог користувачів щодо обробки цих запитів і дозволить досягти цілей застосування ACU, знаходження якого є актуальним завданням для IOM ACU.

Як видно з рис. 1 важливим етапом управління IOM ACU є планування процесів обробки запитів, у рамках якого складається план розподілу ресурсів IOM ACU між запитами максимально задовольняючим показникам обробки інформації.

Загальна модель планування розподілу ресурсів IOM ACU представлена на рис. 2.

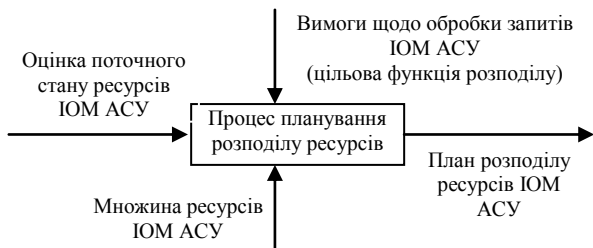


Рис. 2. Модель системи планування розподілу ресурсів IOM ACU

Як видно з рис. 1,2 процес планування реалізується системою планування, на вхід якої надходить оцінка поточного стану ресурсів IOM. 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. Система планування у IOM має ієрархічну організацію та містить чотири рівні:

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

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

Підвищення результативності обробки потоку запитів у IOM вимагає вибору моделі системи планування, що реалізує алгоритм розподілу запитів між обчислювальними вузлами. Розмаїтість архітектури систем планування невелике, на відміну від розмаїтості алгоритмів, що застосовуються при плануванні. Це приводить до необхідності аналізу методів і алгоритмів планування розподілу ресурсів в IOM ACU.

У відповідності з метою статті покажемо існуючі методи планування розподілу ресурсів в IOM ACU (рис. 3).

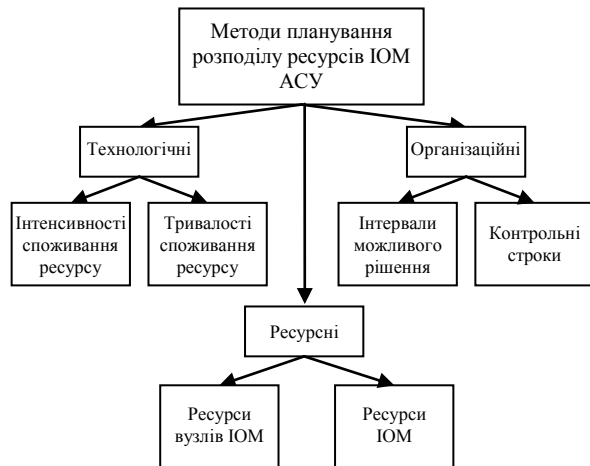


Рис. 3. Методи планування розподілу ресурсів IOM ACU

Процеси планування ресурсів можна розділити на статичне планування, що виникає при необхідності розподілу ресурсів у статичному режимі (однократно) при запуску множини програм для обробки заданої множини запитів та динамічне планування, завдання якого є більш розповсюдженими, і застосовується у IOM ACU у цілому, для раціонального розподілу ресурсів при потоці запитів на обробку

Типовими цільовими функціями для системи планування ресурсу IOM ACU є [5]:

- мінімізація часу обробки запитів;
- обробка запитів за час менше заданого;
- мінімізації максимального часу роботи вузла по обробці запиту;
- рівномірного розподілу обчислювальних та інших ресурсів;
- максимізація завантаження груп обчислювальних вузлів.

Використання вищеперерахованих цільових функцій виправдано для застосування в системах планування ресурсів більшості IOM ACU. Однак слід виділити IOM ACU військового призначення для якої важлива мінімізація не середнього часу знаходження запиту у IOM, а загальний результат обробки кожного запиту. У такій системі потрібно удосконалити систему планування розподілу ресурсу шляхом визначення корисності одержання результату обробки до кожного конкретного моменту часу.

Виділимо ряд підходів до забезпечення корисності результату обробки запитів в IOM ACU військового призначення:

- на основі використання абсолютних і відносних пріоритетів;

на основі визначення критичних строків початку й закінчення обробки запитів;

шляхом використання класів обслуговування та надання гарантованої якості послуг з обробки запитів для різних користувачів;

на основі функції корисності користувача.

Пропонується розглядати модель системи планування розподілу ресурсу в ІОМ АСУ  $S_{пл}$  як сукупність трьох підсистем:

$$S_{пл} = \{s_M; s_p; s_{пр}\} \quad (1)$$

де  $s_M$  – підсистема моделювання запитів і потоків до ІОМ АСУ;

$s_p$  – підсистема планування розподілу ресурсів з метою максимізації цільової функції корисності користувача;

$s_{пр}$  – підсистема прогнозування стану

обчислювальних вузлів, яка буде прогноз часу виконання запитів до ІОМ АСУ.

### Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином в роботі показано, що управління ІОМ АСУ в процесі функціонування приводить до рішення задачі планування розподілу ресурсів, а підвищення результативності обробки потоку запитів у ІОМ вимагає вибору моделі системи планування, яка реалізує алгоритм розподілу запитів між обчислювальними вузлами.

Для планування розподілу ресурсів по обробці запитів при використанні підходу на основі функції корисності передбачається розробка методів та засобів планування, які будуть адаптовані до нестационарного розподіленого вхідного потоку запитів, чому будуть присвячені подальші дослідження.

### Література

1. **Топорков В.В.** Модели распределенных вычислений [Текст]. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 320 с. – ISBN 5-9221-0495-0. 2. **Логинов И.В.** Оптимизация модели распределенной гетерогенной вычислительной системы, используемой для планирования обработки запросов [Текст] / И.В. Логинов, Е.В. Лебедеко // Информатика и системы управления, 2009. №3(21). – С. 118-124. 3. **Коваленко В.Н.** Метод опережающего планирования для grid [Текст] / В.Н. Коваленко, Е.И. Коваленко, Д.А. Корягин,

Э.З. Любимский. – М.: ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, 2005. – 33 с. 4. **Raman R., Livny M., Solomon M.** Matchmaking: An extensible framework for distributed resource management/Cluster computing 2 (2). 1999. 5. **Buyya R., Sulistio A.** Service and Utility Oriented Distributed Computing Systems: Challenges and Opportunities for Modeling and Simulation Communities, Keynote Paper, Proceedings of the 41th Annual Simulation Symposium (ANSS-41, IEEE CS Press, Los Alamitos, CA, USA), April 14-16, 2008, Ottawa, Canada.

### МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСА В ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

*Андрей Викторович Тристан (канд. техн. наук, с.н.с., старший научный сотрудник)<sup>1</sup>  
Юрий Геннадиевич Бусыгин (научный сотрудник)<sup>1</sup>  
Владимир Николаевич Чернега (адъюнкт)<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, Харьков  
<sup>2</sup>Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев

В статье предложены подходы к построению модели системы планирования распределения ресурса в информационно-вычислительной сети автоматизированной системы управления, рассмотрена модель управления информационно-вычислительной сетью, показано, что основой управления является процесс планирования распределения ресурсов. Приведены методы планирования ресурсов, рассмотрены типовые целевые функции для системы планирования в информационно-вычислительной сети автоматизированной системы управления военного назначения. Предложено использовать функцию полезности получения результата обработки в каждом конкретном моменте времени.

**Ключевые слова:** автоматизированная система управления, информационно-вычислительная сеть, процесс управления, распределение ресурса, система планирования.

### THE MODEL OF SCHEDULING SYSTEM OF FACILITIES RESOURCES IN DATA-COMPUTING NETWORK OF AN AUTOMATED CONTROL SYSTEM

*Andrii Trystan (Candidate of Technical Sciences, Senior Research Fellow, Senior Research Fellow of a Research Section)<sup>1</sup>  
Yurii Busygin (Research Fellow of a Research Section)<sup>1</sup>  
Volodymyr Chernega (Postgraduate Military Student)<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Kharkiv university of Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv  
<sup>2</sup>National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv

The article proposes approaches for modeling of a scheduling system for the facilities assignment in the control center of an automated control system. A control model of the data-computing network is studied. It was proved that the planning process of the facilities assignment constitutes a government base. A review of scheduling methods of facilities and the characteristic objective functions for a scheduling system in the data-computing network is proposed. There was suggested a use of the utility function in order to receive the processing effect in every specific time point.

**Key words:** automated control system, data-computing network, control process, facilities assignment, scheduling system.