

УДК 004.382.2

## МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ GRID-СИСТЕМ

**Камбій В. В., Люта М. В.**

Київський національний університет технологій та дизайну

**Козлова Я. Ю.**

Черкаський державний бізнес-коледж

*Роботу присвячено дослідженню методів проектування Grid-систем. Розглянуто сутність моделювання Grid-систем. Досліджено існуючі підходи та методи їх моделювання. Проаналізовано аналітичні, імітаційні, комбіновані, інформаційні, структурно-системні та ситуаційні підходи до моделювання Grid-систем.*

**Ключові слова:** Grid-система, моделювання Grid-систем, мережі Петрі

В даний час спостерігається стрімке ускладнення інфраструктури розподілених інформаційно-аналітичних систем, яке призвело до необхідності розвитку підходів, методів і засобів моделювання таких систем. Однією з сучасних технологій побудови розподілених систем, що найбільш активно розвиваються, є Grid-технологія, яка покладена в основу роботи віртуальних організацій, що вирішують складні завдання із залученням розподілених сховищ даних і потужних обчислювальних ресурсів.

Для моделювання подібних розподілених систем використовуються різні підходи, жоден з яких не може претендувати на вичерпний опис, а дозволяє описати будь-який аспект функціонування або структури системи.

### ***Постановка завдання***

Метою роботи є аналіз підходів до моделювання Grid-систем, дослідження існуючих методів моделювання та порівняння цих методів щодо ефективності їх використання.

### ***Об'єкти та методи дослідження***

Об'єктом дослідження є процес моделювання Grid-систем. В ході дослідження використовувалися загальнонаукові методи: аналіз, синтез, комплексний підхід.

### ***Результати досліджень та їх обговорення***

Розробка Grid-інфраструктури вимагає істотних капіталовкладень, тому моделювання роботи системи на етапі її проектування дозволяє розробити оптимальну структуру розподіленої системи з урахуванням вирішуваних нею завдань. Не менш

важливу роль відіграє моделювання роботи вже існуючої системи. Побудова моделі навантаження системи дозволяє виявити вузькі місця цієї системи, оцінити існуючі резерви та можливість додавання в систему нових завдань, а також спланувати напрямки і темпи розвитку системи [1].

Моделювання роботи системи являється невід'ємною складовою процесу прогнозування продуктивності і розробки механізмів планування рішень завдань у системі на основі ефективного управління ресурсами, що складається з наступних етапів: визначення параметрів обчислювальних ресурсів, що задовольняють потреби завдання, пошук відповідних ресурсів, резервування, планування виконання завдань та моніторинг. Тому питання моделювання таких систем є актуальними.

Будь-яка математична модель описує реальний об'єкт з деяким ступенем наближеності. Залежно від використовуваного математичного апарату виділяють наступні типи математичних моделей: аналітичні, імітаційні, комбіновані, інформаційні, структурно-системні, ситуаційні [2].

При аналітичному моделюванні процеси функціонування елементів системи представляються у вигляді деяких функціональних або логічних співвідношень. Для дослідження аналітичних моделей застосовують аналітичні, чисельні або якісні методи. Аналітичні методи дозволяють отримати явні залежності в загальному вигляді, що зв'язують шукані характеристики з початковими умовами, параметрами та змінними системи [3]. Чисельні методи застосовують в тому випадку, коли вирішити рівняння в загальному вигляді не надається можливим, але можна отримати числові результати при конкретних початкових даних. Якісні методи дозволяють знайти деякі властивості рішення, наприклад оцінити його стабільність.

Одним з методів аналітичного моделювання є операційний аналіз, що забезпечує зручний підхід до оцінки продуктивності комп'ютерних систем. Він заснований на отриманні значень базових показників системи чи ресурсів та може використовуватися як для визначення значень параметрів продуктивності системи, так і для кількісної та якісної оцінки їх граничних значень. При моделюванні роботи Grid-систем, зокрема розподілення навантаження, активно використовується алгоритм пошуку відповідностей (Matching Pursuit).

При складних розподілених системах для моделювання застосовують імітаційні моделі, які відтворюють процес функціонування досліджуваної системи, виходячи з

відомих властивостей її елементів. Це здійснюється шляхом об'єднання елементів у структуру, що відповідає досліджуваній системі, та імітації функціонування елементів при їх взаємодії [4]. Головною перевагою методу імітаційного моделювання є його універсальність. Імітаційне моделювання дозволяє досліджувати системи довільної складності та не обмежує рівень деталізації моделі. Алгоритмічно можна відтворити складні взаємозв'язки між елементами системи і процесами їх функціонування. Імітаційні моделі дозволяють розробнику сформулювати уявлення про властивості системи і прийняти обґрунтовані проектні рішення на основі результатів моделювання.

Метод імітаційного моделювання застосовується для оцінки варіантів структури Grid-системи, ефективності різних алгоритмів розподілу навантаження, впливу вимірювання параметрів системи. Імітаційне моделювання може бути покладено в основу структурного, параметричного та алгоритмічного синтезів Grid-системи, коли потрібно створити систему із заданими характеристиками при визначених обмеженнях. При цьому можна будувати системи, оптимальні за деякими критеріями ефективності.

Комбіноване або аналітико-імітаційне моделювання дозволяє об'єднати переваги аналітичного та імітаційного моделювання. При такому підході до моделювання проводиться попередня декомпозиція процесу функціонування об'єкту на складові підпроцеси, і де це можливо застосовуються аналітичні моделі, а для решти підпроцесів будуються імітаційні моделі. Застосування цього методу на даний час є перспективним для моделювання Grid-систем.

Інформаційні, або кібернетичні моделі з урахуванням невизначеності діляться на три групи [2]: моделі ймовірної природи (стохастичні або статистичні); моделі, описувані диференціальними або різницевиими рівняннями; моделі без урахування тимчасового характеру процесів.

Стохастичне моделювання спирається на теорію випадкових процесів. При використанні цього методу ставка робиться на велику кількість отриманої експериментальною шляхом інформації, яка аналізується за допомогою інструментарію теорії ймовірностей. До цієї групи відносять моделі теорії масового обслуговування, теорії надійності, теорії ігор і розпізнавання образів. Теорія масового обслуговування вивчає процеси, пов'язані із задоволенням масового попиту на обслуговування з урахуванням випадкового характеру попиту і обслуговування. Теорія надійності досліджує процеси виникнення та усунення відмов. Теорія ігор - це математична теорія

оптимальних рішень в конфліктних ситуаціях. Теорія розпізнавання образів дозволяє оцінити властивості об'єкту на основі непрямих даних або ознак.

Структурно-системне моделювання відображає специфічні особливості структур і призначене для формалізованого аналізу систем на основі ієрархічного опису, мережевого моделювання, графового або теоретико-множинного представлень [5]. Одним з методів структурно-системного моделювання є структурно-функціональний аналіз, що представляє собою розділ системного аналізу. Його застосування забезпечує можливість формалізації опису складних систем у вигляді ієрархії функціональних елементів, а також формулювання завдань оптимізації їх структури за заданими критеріями. Оскільки Grid є типовим прикладом ієрархічної системи, цей апарат доцільно використовувати і для її аналізу.

При побудові ситуаційної моделі в основу закладається опис об'єкту у вигляді сукупності елементів, що зв'язані між собою певними відносинами та відображають семантику предметної області. Модель представляє собою інформаційний контекст, на фоні якого відбуваються процеси управління (планування) та має багаторівневу структуру. Сюди можна віднести економічний підхід при розподіленні ресурсів в Grid-системі [6].

Оскільки Grid-система являє собою набір взаємодіючих між собою компонентів (обчислювальних вузлів і сховищ даних), які можуть функціонувати паралельно і в роботі яких повинна бути забезпечена синхронізація, то досить вдалим для моделювання цих систем виявляється застосування моделювання з використанням математичного апарату мереж Петрі [7]. Особливе значення такі моделі набувають при дослідженні глобальних об'єктів, оскільки в цих системах особлива увага приділяється синхронізації доступу до загальних сегментів даних і розподіленню обчислень.

Враховуючи високу вартість компонентів Grid-систем, перш ніж приступати до побудови системи, яка має зазначені властивості, необхідно побудувати модель взаємодії вузлів системи, що працює із загальною пам'яттю, і досліджувати властивості цієї моделі. З урахуванням специфіки роботи Grid-системи і необхідності синхронізації доступу до загальних сегментів даних при організації паралельних обчислень. На рисунку наведено приклади моделювання роботи обчислювального вузла з використанням апарату мереж Петрі.

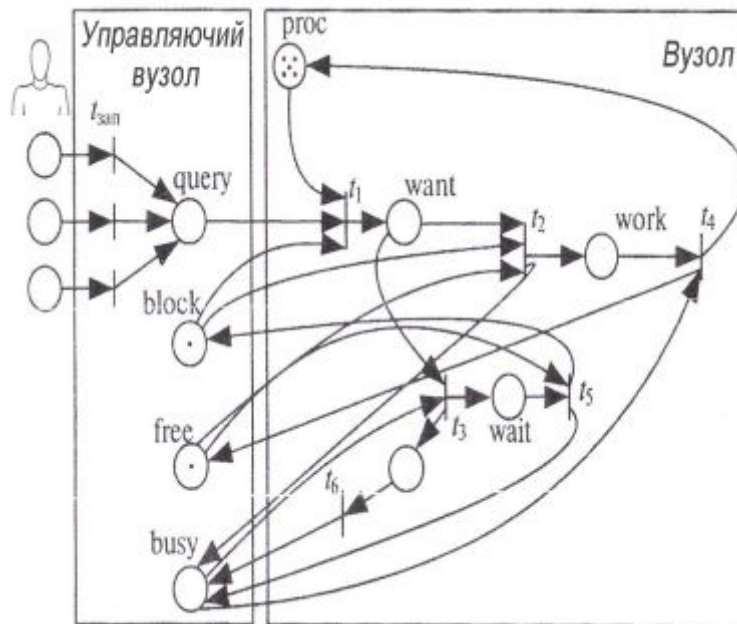


Рисунок. **Модель обчислювального вузла з використанням апарату мереж Петрі**

Аналіз розглянутих існуючих підходів до побудови моделей Grid-систем показує що для побудови моделей використовуються різні методи та підходи які успішно використовуються для моделювання мереж та розподілених систем.

### **Висновки**

Враховуючи те що Grid-системи потребують значних затрат, для їх зменшення доцільно спочатку провести моделювання для виявлення та локалізації проблем, що можуть виникнути при побудові системи. Жоден з методів моделювання не може забезпечити вирішення всіх задач моделювання. Для вирішення цієї проблеми пропонується використовувати математичний апарат мереж Петрі, який дає змогу врахувати специфіку таких систем та процес синхронізації процесів. Це забезпечить підвищення ефективності та дозволить перевірити виконання властивостей розроблюваної системи.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Foster I. The Anatomy of the Grid. Enabling Scalable Virtual Organizations / Foster I., Kesselman C., Tuecke S., Intern. J. Supercomputer Applications. – 2001. – 15, № 3. – P. 200-222.

2. Меньков А. В. Теоретические основы автоматизированного управления. / Меньков А. В., Острейковский В. А. – М.: Оникс, 2005. – 640 с.
3. Javadi B. Analytical modeling of interconnection networks in heterogeneous multi-cluster systems / Javadi B., Akbari M. K., Abawajy J. H. ; J. of Supercomputing. – 2007. – 40, Issue 1. – P. 29-47.
4. Casanova H. Simgrid: A Toolkit for the Simulation of Application Scheduling / Proc. Of the First IEEE/ACM International Symposium on Cluster Computing and the Grid (CCGrid 2001.) IEEE Computer Society Press. – Australia: 2001. – P. 430-437.
5. Menasce D. A. Computer system lifecycle / Menasce D. A. [Електронний ресурс] Режим доступу до журн. : <http://cs.gmu.edu/~menasce/cs672/slides/>
6. Куссуль Н. Н. Grid-системы для задач исследования Земли. Архитектура, модели и технологии / Куссуль Н. Н., Шелестов А. Ю. – Киев: Наук. Думка, 2008. – С. 106-107.
7. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем / Дж. Питерсон – М.: Мир, 1984. – 264 с.

#### ***Методы моделирования Grid-систем***

***Камбий В. В., Лютая М. В., Козлова Я. Ю.***

*Работа посвящена исследованию методов проектирования Grid-систем. Рассмотрена сущность моделирования Grid-систем. Исследованы существующие подходы и методы их моделирования. Проанализированы аналитические, имитационные, комбинированные, информационные, структурно-системные и ситуационные подходы к моделированию Grid-систем.*

***Ключевые слова:*** Grid-система, моделирование Grid-систем, сети Петри

#### ***The methods of modeling Grid-systems***

***Kambiy V. V., Lyuta M. V., Kozlova Y. Y.***

*The work is describing the methods of designing Grid-systems for data processing. We considered the essence of Grid-systems modeling; researched existing approaches and methods of their modeling; analyzed analytical, simulation, combined, information, structural-systemic and situational approaches to modeling Grid-systems.*

***Keywords:*** Grid-system, modeling Grid-systems, Petri nets