

УДК 62.50:658.21

І. С. Колесник, к. т. н.;

Г. Ю. Дерман, студ.

## УЗАГАЛЬНЕНІ МОДЕЛІ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ НА БАЗІ МЕТОДУ ОПТИМАЛЬНОГО АГРЕГУВАННЯ

*Поставлена і вирішена задача заміни певних функціональних елементів розподілених виробничих систем оптимальним еквівалентним агрегованим елементом. Побудовано структури оптимального агрегування функцій попиту, пропозиції, інвестицій, запізнення.*

### Постановка проблеми

Сучасні розподілені системи – обчислювальні, енергетичні, виробничі, обслуговування стають все більш масштабними – глобалізованими, динамічними, суттєво нелінійними і «суперкритичними». Останній термін означає, що незначні дії в системі приводять до великомасштабних наслідків. Природні приклади систем в суперкритичному стані – лавини, землетруси. Сучасні великі системи мають негаусівську статистику, статистичне прогнозування для них неефективне. Сприятливий фактор для побудови практично цінних моделей великих розподілених систем – автоматизація отримання та персоналізація даних характеристики продуктів, споживачів, виробників. Умова виживання в умовах глобалізації – оптимальне стратегічне управління.

### Постановка задачі

Оптимальне агрегування дозволяє замінювати систему великої розмірності еквівалентним оптимальним елементом і звести багатовимірну варіаційну задачу до еквівалентної одновимірної. Моделі оптимального розвитку на базі методу оптимального агрегування в комплексі з моделями класу «штучні соціальні мережі» дають «стереоскопічне бачення» проблем. *Ставиться задача отримання робочих моделей і методів оптимального агрегування розподіленого попиту на продукти, кредити для споживання і кредити для інвестицій, компонентів капіталізації виробничої системи, ліквідності організації, розподіленої пропозиції систем продуктів.*

**Призначення імітаційних моделей систем класу « $N \times M \times K$ »** – проведення пошукових досліджень, прямий аналіз ризиків, «активне прогнозування» (що буде якщо...; що зробити щоб...). Ці моделі не мають сенсу поза середовищем відповідного математичного пакету. Необхідність урахувати можливості і обмеження математичного пакету, зокрема, і комп'ютера, взагалі, приводять до класу моделей, що можна назвати «витончений примітивізм». За направляючої і ведучій приклад такого примітивізму взято метод оптимального агрегування, що зводить багатовимірну (наприклад, десятивимірну) оптимізаційну задачу нелінійного програмування до алгебраїчної, типу «перемножити десять чисел». Для цього постійно треба уявляти, як будуть «пережовувати» робочу модель операційна система і мікропроцесор.

### Еволюція «продукту» в систему продуктів певного класу

Сучасне суспільство називають «інформаційним суспільством», «суспільством знань», однак, більш точно назвати його «суспільством гіперпропозицій». Терміном «гіперпропозиція» означимо дві особливості сучасних виробничих систем – швидке насичення «фізичного попиту» на новий продукт, та перетворення певного номінального продукту в довгу і широку «лінійку продуктів».

Визначимо поняття: «фізичний попит» – темп споживання продукту при нульовій вартості. Упорядкована за ціною множина марок певного продукту утворює лінійку продуктів (продуктову лінію). Звичайно довжина лінійки продуктів – діапазон від мінімальної ціни до максимальної, – зростає, одночасно зростає ширина лінійки – випуск марок продуктів для різних категорій споживачів – підлітків, студентів, пенсіонерів. Тобто продуктова лінійка розділяється на декілька продуктових лінійок спеціалізованих для певного сегменту ринку.

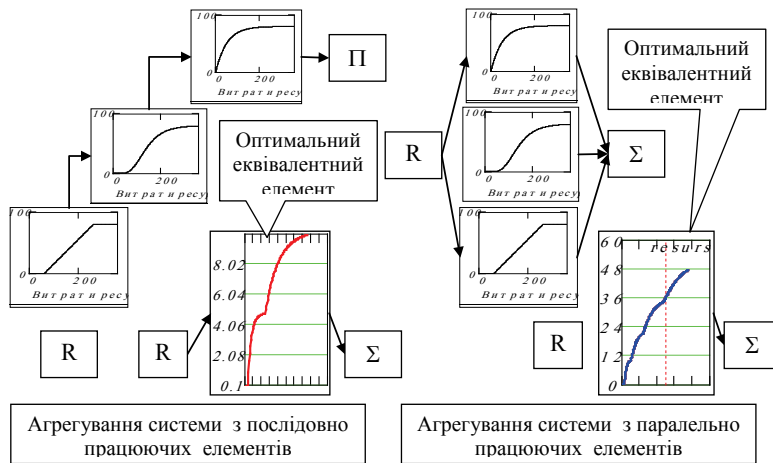


Рис. 1. Базові схеми оптимального агрегування розподілених систем

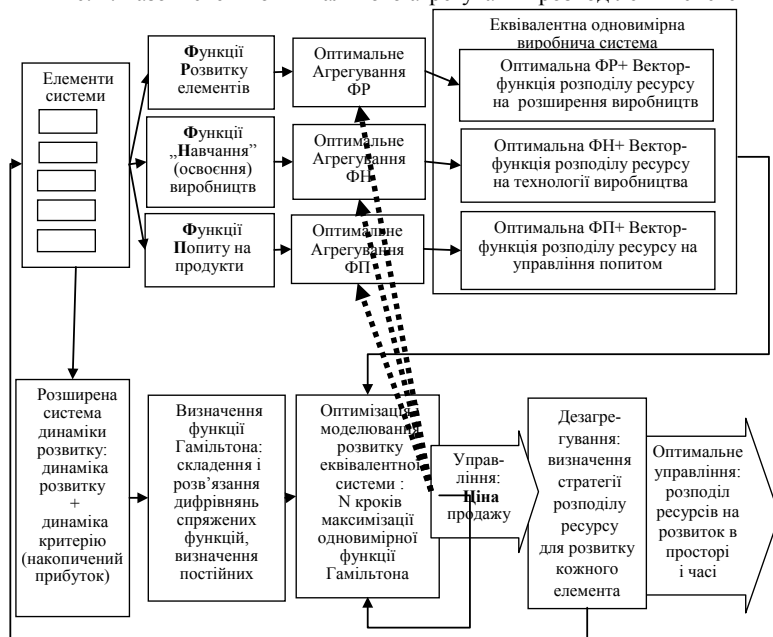


Рис. 2. Багатокрокова задача оптимального управління розвитком з урахуванням попиту і освоєння

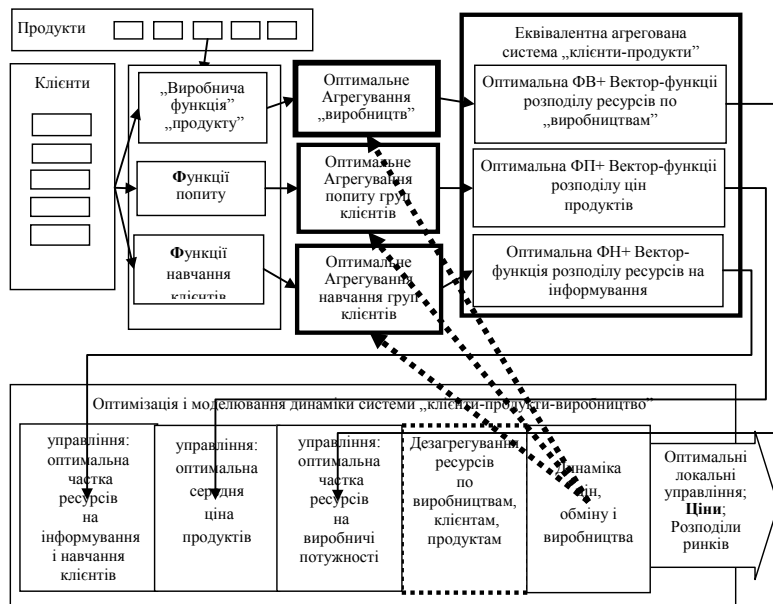


Рис. 3. Задача інформаційного управління. Розподіл ресурсів на інформування і навчання споживачів

Все це породжує проблеми розподілу ресурсів виробника в просторі (між продуктами — елементами продуктової лінійки) і в часі (по етапам життєвого циклу окремих марок продукту і даного класу продукту). Ускладнює проблему децентралізованість та динамічність структур сучасних виробничих систем. Глобалізація жорстко обумовлює для кожної бізнес-одиниці необхідність саме оптимального управління — оптимального розподілу узагальнених ресурсів між окремими продуктами лінійки, ринками, виробничими елементами (бізнес-одиницями) і напрямками розвитку (нові продукти, нові технології).

Метод оптимального агрегування [1—3] зводить оптимізаційну задачу до рівня алгебраїчної, з повноцінною алгеброю. Радикальні переваги методу — обсяг обчислень зростає з ростом розмірності задачі тільки лінійно, а не експоненційно, відсутні обмеження на вид цільових функцій і функцій обмежень. Метод оптимального агрегування дозволяє замінювати багатомірні системи з паралельно і послідовно працюючими елементами еквівалентною оптимальною одновимірною системою. В підсумку метод оптимального агрегування змінює структуру моделей оптимального управління процесами розвитку і породжує нові технології конструювання нових моделей для нових задач. На рис. 1 подано дві базові схеми агрегування.

Проведено аналіз і узагальнення актуальних задач моделювання сучасних розподілених систем. Об'єкти для цих актуальних задач є специфічними ігровими системами — з точки зору теорії ігор маємо ігри класу «конкуренція і співробітництво виробників», «антагонізм і співробітництво споживачів і виробників»). На рис. 2 і 3 подано схеми окремих елементів і відповідних розподілених систем.

**Результати роботи.** Метод оптимального агрегування, отриманий початково для задачі з паралельно працюючими виробничими елементами, був застосований для задач агрегування попиту на кредити, розподілу попиту споживачів з різними доходами між елементами продуктової лінійки для продукту (послуги певного класу). Отримані нові результати відносно властивостей таких систем. На рисунку подана схема системи «виробники – продукти – споживачі», в якій використовується оптимально агреговані моделі «виробництво», «попит», «розвиток, навчання».

Головна особливість поданої схеми в тому, що за кожним блоком стоять відпрацьовані програмні модулі, в електронній книзі це – меню доступу до відповідних модулів, з яких аналітик може збирати потрібні моделі для прогнозування.

**Результати моделювання.** Адекватні реальності і обчислювально ефективні моделі виявилися генераторами нових результатів, для деяких з яких знайдені відповідності в статистичних даних, або

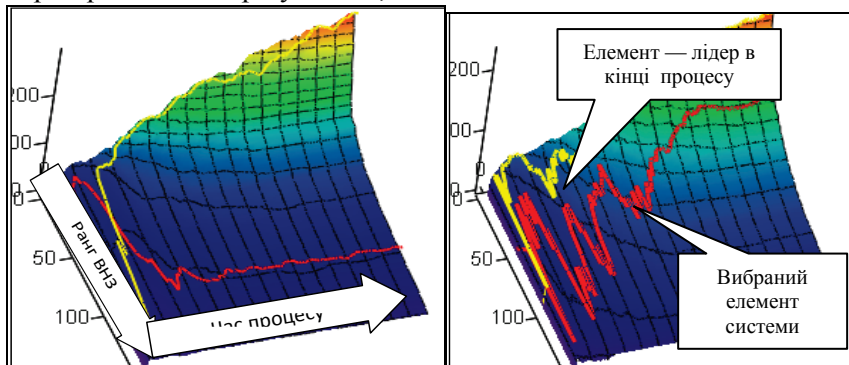


Рис. 4. Дві реалізації процесу розвитку системи «150 елементів, 1 агрегований продукт»

теоретичне пояснення. Деякі з отриманих результатів, можливо, ніколи не виникнуть в реальних умовах, проте корисні для розуміння суті поведінки великих розподілених бізнес-систем, саме як цілісних систем із стійкими системними закономірностями. На рис. 4 представлено дві реалізації випадкового процесу в агрегованій по виробництвам окремих продуктів системи, коли вибраний елемент опиняється в останній і першій десятці з сотні учасників деякого сегменту ринку.

На рис. 5 зображено дві реалізації процесу розвитку системи «30 виробників, 10 видів продуктів». Сценарій моделювання: всі елементи ранжирування по ефективності інвестицій і застосовують детермі-

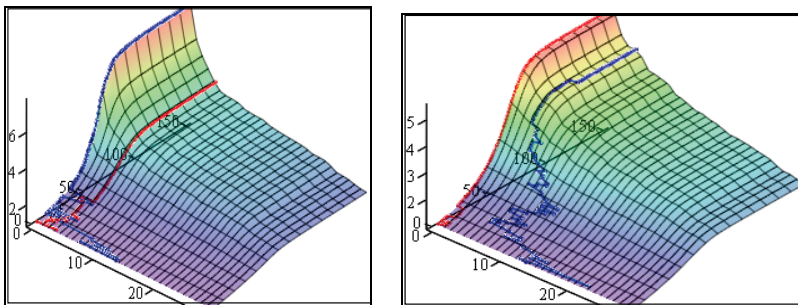


Рис. 5. Дві реалізації процесу розвитку системи «30 елементів, 10 видів продуктів»

новане пропорційний розподіл ресурсів на розвиток окремих виробництв, а виділений елемент має 15-й ранг по ефективності, але використовує ризикове «лотерейне» управління з концентрацією ресурсу. На рис. 6 зображено дві реалізації процесу перерозподілу попиту на лінійці продуктів.

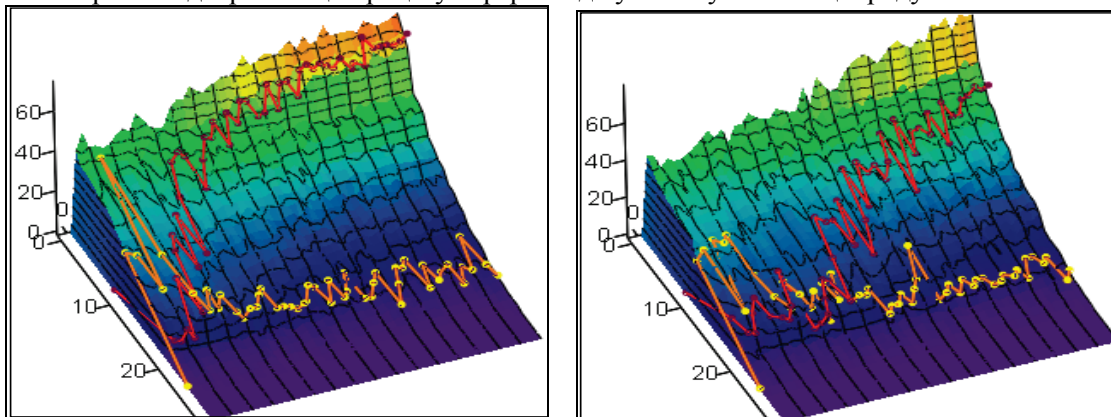


Рис. 6. Дві реалізації процесу у системі «4 виробники, 50 продуктів, 500 споживачів»

Темпи продажів окремих продуктів лінійки на «фоні» залежностей — розподілу доходів (рис. 7)

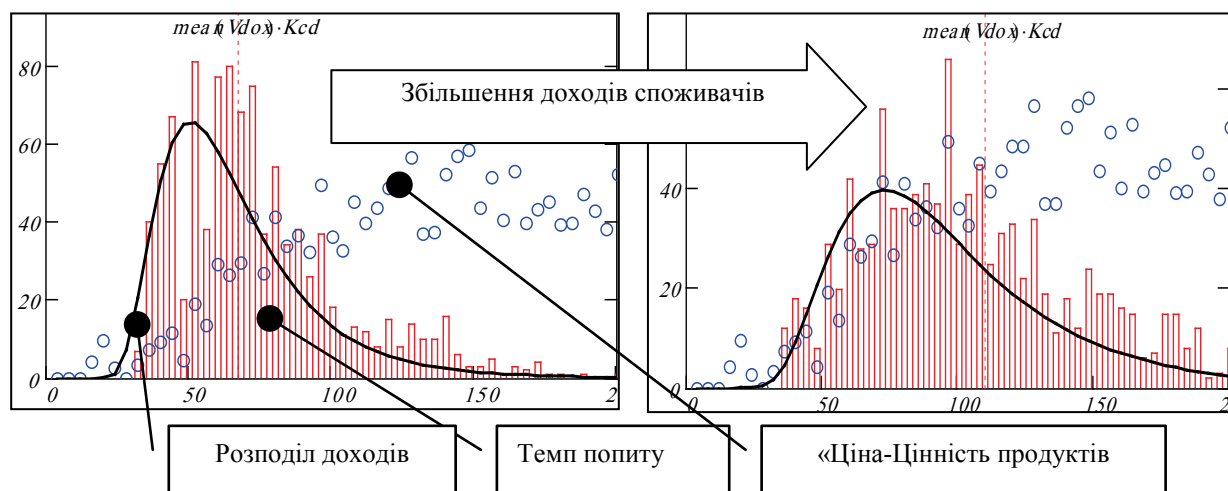


Рис. 7. Темпи продажів окремих продуктів лінійки на «фоні» залежностей – розподілу доходів

### Висновки

Розроблена система моделей розподілених систем з різними рівнями агрегування. Розроблені сервісні модулі для інтерфейсів, незначна частина яких представлена в даній статті. Програми обчислювально ефективні і дозволяють набирати віртуальну статистику на великих вибірках (1000–10000 реалізацій). Статистика розподілених децентралізованих систем не тільки не укладається в гаусову статистику, а ще і структурно нестійка до малих змін конфігурації системи.

Сьогодні розуміння суті децентралізованих систем відстає від ресурсних можливостей управління, в цьому плані пропонується система корисна для безпечного освоєння реальних великих систем.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Беллман Р. Некоторые вопросы математической теории управления / Р. Беллман, И. Гликсберг, О. Гросс. — М. : Издат. иностр. литер., 1962. — 233 с.
2. Боровська Т. М. Основи теорії управління та дослідження операцій : навч. посіб. / Т. М. Боровська, І. С. Колесник, В. А. Северілов. — Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. — 242 с. — ISBN 978-966-641-275-4.
3. Боровська Т. М. Спеціальні розділи вищої математики: навч. посіб. / Т. М. Боровська, І. С. Колесник, В. А. Северілов. — Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. — 182 с. — ISBN 978-966-641-276-1.

Рекомендована кафедрою комп'ютерних систем управління

Надійшла до редакції 21.10.08  
Рекомендована до друку 20.11.08

**Колесник Ірина Сергіївна** – старший викладач кафедри обчислювальної техніки;  
**Дерман Галина Юр'ївна** – студентка Інституту інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії.  
Вінницький національний технічний університет