

Розробка і дослідження управління розвитком на базі оператора оптимального агрегування «виробництво, розвиток»

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглядаються моделі і методи процесів функціонування і розвитку сучасних виробничих систем як об'єктів управління. Мета розробки – побудова програмно реалізованої робочої моделі оптимального адаптивного управління типовою виробничою системою. В рамках класичних методів конструктивне і ефективне рішення задачі з параметричними зв'язками неможливе. Досліджено альтернативи рішення на базі методології оптимального агрегування: на базі побудови і використання функції Гамільтона і на базі розробки бінарних операторів класу «виробництво, розвиток». Досліджені ресурсні структури з інтегрованих підсистем "виробництво, розвиток" елементів. Особливість розробки: необхідність і широка можливість дослідження об'єкта на імітаційній моделі розвитку, що скорочує терміни розробки і підвищує кваліфікацію розробника за рахунок інтелектуалізації праці – можливості тестування і дослідження на моделі об'єкта.

Ключові слова: виробнича система, особистість, група, соціум, оптимальне агрегування, розвиток.

Abstracts

Models and methods of processes of functioning and development of modern production systems as objects of management are considered. The purpose of development is to build a software-implemented working model of optimal adaptive control of a typical production system. In the framework of classical methods, a constructive and effective solution of the problem with parametric relations is impossible. Alternative solutions to the solution on the basis of the methodology of optimal aggregation are studied: on the basis of construction and use of the Hamilton function and on the basis of development of binary operators of the class "production, development". Resource structures from integrated subsystems "production, development" of elements are investigated. Feature of development: the need and wide possibility of researching the object on the simulation model of development, which reduces the development time and improves the skills of the developer through the intellectualization of work - the ability to test and research on the model of the object.

Key words: production system, personality, group, society, optimal aggregation, development.

Вступ

Стаття є результатом аналізу і подальшого розвитку напрямку «соціо-техніко-екологічні системи» (СТЕС) [1,2] і рішення нових задач розробки і досліджень. Актуальність напрямку суттєво зросла в останні роки, коли прояви соціально-економічних негараздів стали реальністю. Зокрема це: - глобалізація і перевиробництво, розрив між виробництвом споживанням і робочими місцями. Падіння рівня шкільної і вищої освіти саме у країнах – технологічних лідерах, - зникнення груп професійних спеціалістів через автоматизацію та аутсорсінг. З'явилась нова посада: «начальник групи розробки бойових алгоритмів». При наявності відповідних знань і вмінь можливо створювати імітаційні моделі будь-яких об'єктів - зграї безпілотників, групи розробників, комплекс для сортування побутових відходів, та ін. Сьогодні існує потреба в підготовці спеціалістів з створення «цифрових копій» різних класів об'єктів. Загальна особливість даної статті – аналіз потреб світової індустрії, зокрема розробка нових математичних моделей і форм розвитку, методів оптимального управління розвитком. Відповіді подані на конкретних прикладах оптимального управління розвитком сучасних інтегрованих систем на базі нових математичних моделей для нових об'єктів управління [1, 2].

Функції розробки. Модернізація існуючих і розробка нових моделей функціонування і розвитку систем – від проектування до утилізації на ефективній логіко-математичній базі алгебри оптимального агрегування.

Конкретне завдання розробки. Аналіз двох альтернатив оптимального управління розвитком сучасних виробничих систем: - на базі рішення варіаційної задачі розвитку, і на базі розробки операторів оптимального агрегування інформаційно-ресурсних структур класу «виробництво, розвиток».

Аналіз аналогів розробки

Певне свідчення достовірності і результативності даного наукового дослідження наявність працюючих імітаційних моделей систем «виробництво, розвиток». Матеріали досліджень не мають зовнішніх аналогів. В даній статті подана перша частина даної розробки – статика. Динаміка функціонування системи оптимального управління виробництвом і розвитком - в другій статті. Приклади подаємо в графічному виді. Ключові об'єкти оптимального агрегування – тривимірні.

На рис.1 подано приклади побудови функції Гамільтона для виробничої системи, що складається з трьох підсистем – біля кожного графіка подано графіки оптимального агрегування функцій виробництва підсистем. 3D графіки – це послідовність функцій Гамільтону, яка дає поточну залежність функції від пропорції розподілу ресурсу виробничої системи α змінної управління варіаційної задачі.

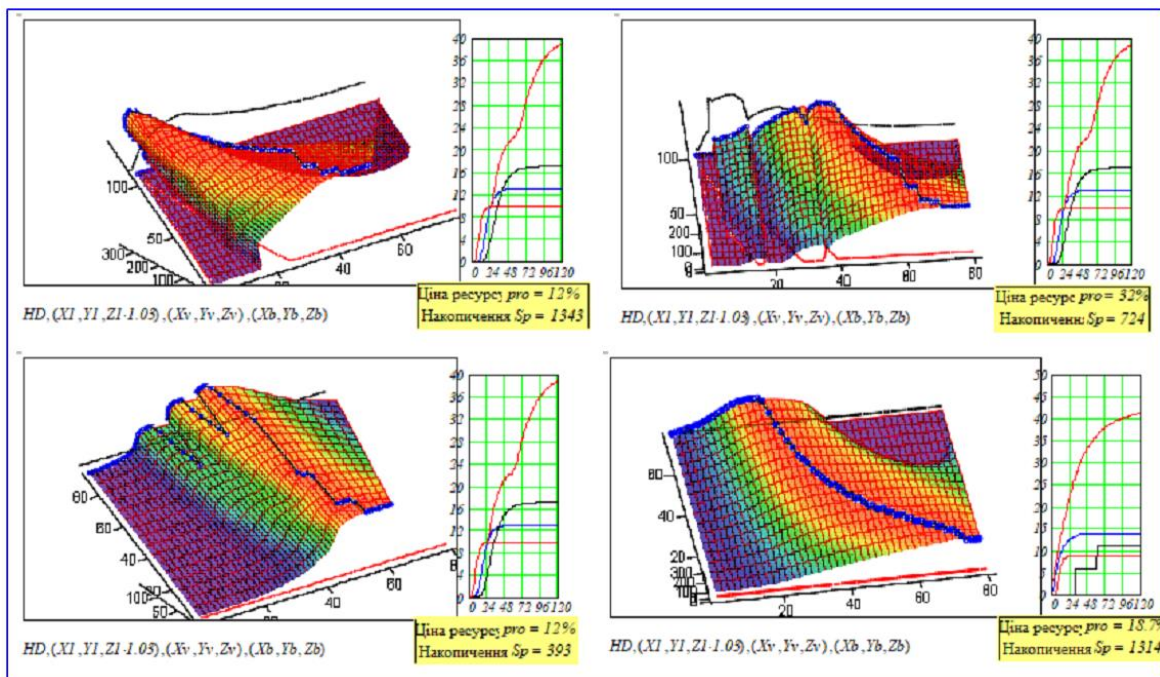


Рис.1 Моделювання процесу оптимального розвитку виробництва – динаміка функції Гамільтона

Синя лінія на 3D-графіках – годографи максимумів – це оптимальні стратегії розвитку. Стратегія на четвертому кадрі складається з трьох інтервалів – «все в розвиток», «ейлерів інтервал», «все у виробництво». Р. Беллман поставив і вирішив аналітично таку «задачу розподілу» для систем 1, 2, 3-го порядків. В підсумку маємо досить узагальнене рішення варіаційної задачі розвитку для довільних функцій «витрати, випуск» і необмеженого порядку. Розроблений метод рішення варіаційної задачі розвитку був застосований для інших класів варіаційних задач.

На рис. 2 подано приклади отримання оптимальних стратегій розвитку для трьох класів задач

- 1) Задача розподілу ресурсів між витратами виробництва і розвитку розподіл ресурсу між виробництвом і розвитком.
- 2) Задача розподілу ресурсів між виробництвом і розвитком, урахування освоєння і вибір ціни продаж.
- 3) Задача розподілу ресурсів між інноваціями, розвитком, виробництвом – розподіл між складовими інновації, розвиток, виробництво.

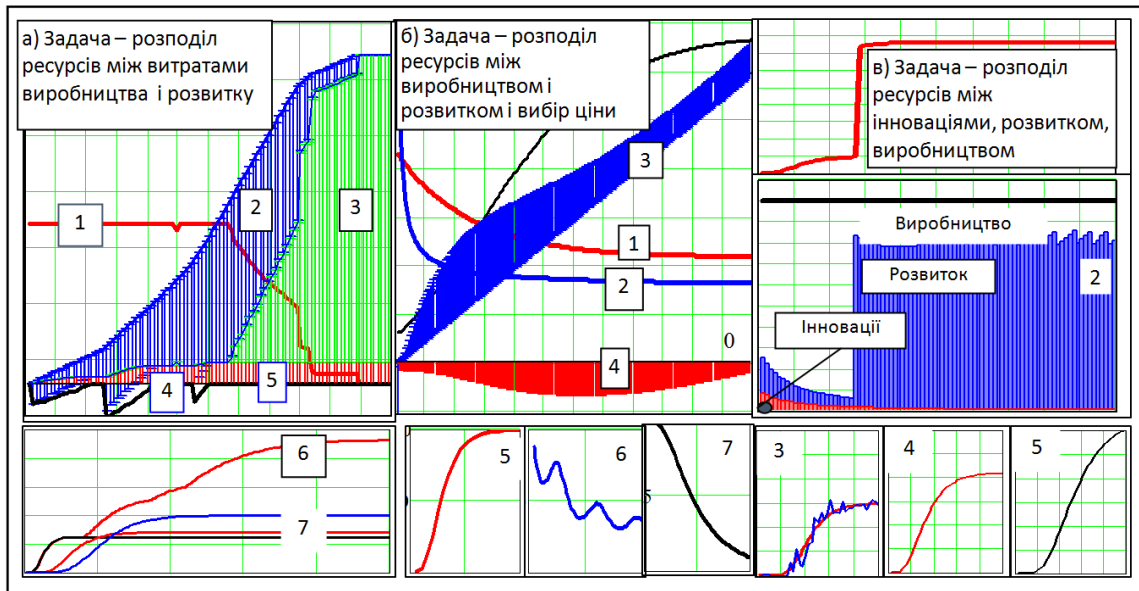


Рис.2 Приклади оптимальних стратегій розвитку для трьох задач: а) – стратегія розвитку і кредитна стратегія, б) цінова і кредитна стратегія, в) стратегія інноваційного розвитку

На рис. 2 означено: 1 – оптимальна стратегія розвитку, 2 – витрати розвитку, 3 - накопичення, 4, 5 – стратегії кредитування і повернення кредитів, 6 – оптимальна еквівалентна ФВ системи, 7 – ФВ елементів (б) Оптимальна цінова стратегія, де 1- оптимальна стратегія розвитку, 2 – динаміка собівартості виробів, 3 -прибуток, 4- витрати розвитку, 5, 6, 7 – функції розвитку, освоєння, попиту (в) Оптимальна стратегія інноваційного розвитку системи, де 1- оптимальна еквівалентна ФВ системи, 2 – вектор функція оптимального розподілу ресурсу, 3, 4, 5 – функції інновацій, розвитку, виробництва. Бачимо суттєво несхожі графіки, але і спільний зміст і структуру задач: маємо узагальнені функції виробництва, оптимальну стратегію – функцію часу процесу, що задає управління виробничою системою. Головна відмінність даної роботи від аналогів – в застосуванні методів оптимального агрегування: виконується оптимальна еквівалентна заміна багатовимірного об'єкту одновимірним. Саме це дозволяє узагальнити моделі розвитку і вбудувати в систему управління онлайн рішення задач стратегічного управління. Сучасна тенденція сучасного виробництва – переведення частини довгих і витратних тестувань в середовище «віртуальної реальності». В даній статті і вводиться і формалізується нова гілка управління системами, що розвиваються, а саме «модельне забезпечення». Попередній аналіз задач комп'ютерно інтегрованих систем управління приводить до необхідності створення модельного забезпечення як нових моделей для нових об'єктів і задач. Сучасна наука незалежно від тематики повинна мати платформу абстракцій і математичне забезпечення, а в епоху «цифрових копій» ще й «модельне забезпечення».

Для сучасного виробництва реально - віртуальні моделі виробничих систем відображують не тільки реальні підсистеми, а також потенційно можливі. В даній роботі використовується оптимальне агрегування інтегрованих структур "виробництво, розвиток". На практиці, для керівника це означає юридичну і фінансову можливість розподіляти наявні ресурси між альтернативами: а) збільшити випуск існуючої продукції на існуючих виробничих потужностях; б) купити чи побудувати нові виробничі потужності, купити чи розробити нову модель продукту. Тобто на кожному кроці процесу функціонування можна виграти за рахунок періодичного переобчислення оптимальної стратегії розвитку з урахуванням оновлення прогнозів з плановим контролем.

Аналіз ресурсних структур класу «виробництво, розвиток»

На рис. 3 подано можливі структури класу "виробництво, розвиток". Елементарна структура – блок із модулів «розвиток» і «виробництво». Це структура, що є ознакою високотехнологічного об'єкту: з контролем, заміною критичних елементів, заміною програм обслуговування. Структура "розвиток" може обслуговувати групу виробництв. Варіанти В3 і В4 – складний розвиток. В США для дорогого F35 введені планові процедури контролю і розвитку, що занадто дорогі.

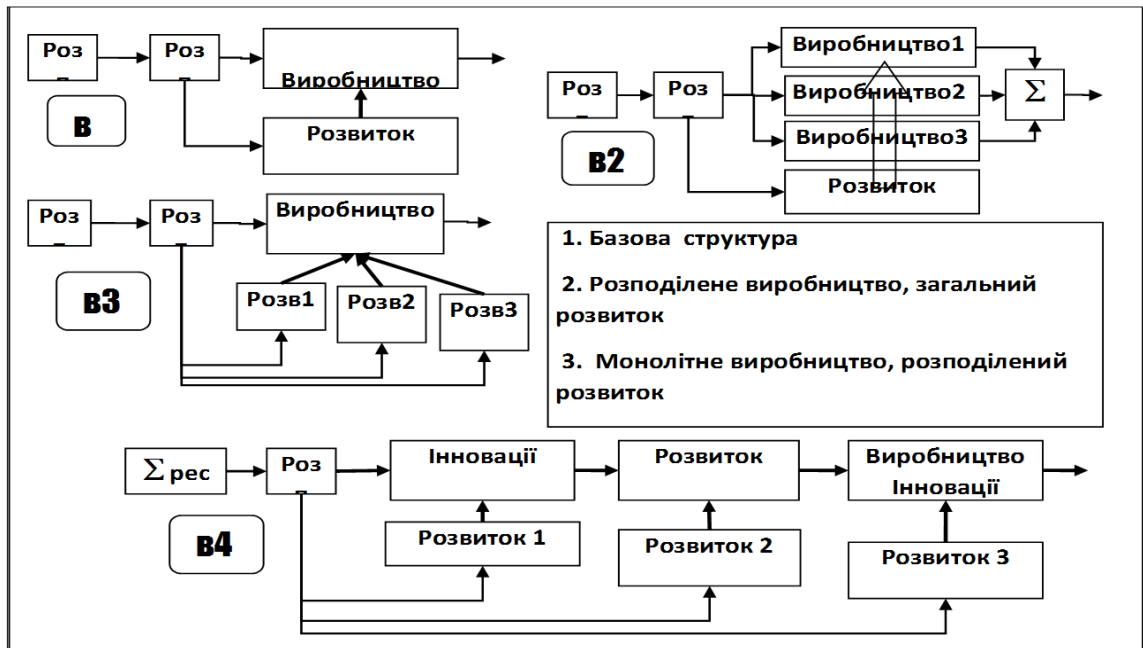


Рис. 3 Класифікація ресурсних структур з параметричними зв'язками «виробництво, розвиток»

На рис. 4 подано приклад агрегування простої структури – для освоєння математичного і виробничого аспектів функціонування. Ліва частина графіків (перший стовпець: дві проекції цільової функції – збоку, та згори) – приклад системи з слабкою підсистемою розвитку і права частина (другий стовпець: дві проекції цільової функції – збоку, та згори) – система з потужною підсистемою розвитку. У третьому стовпці – результати агрегування: оптимальна еквівалентна функція виробництва системи і оптимальний розподіл ресурсу між витратами розвитку і виробництва. Модель "виробництво, розвиток" більш обчислювальна ефективна ніж модель на базі Гамільтоніану.

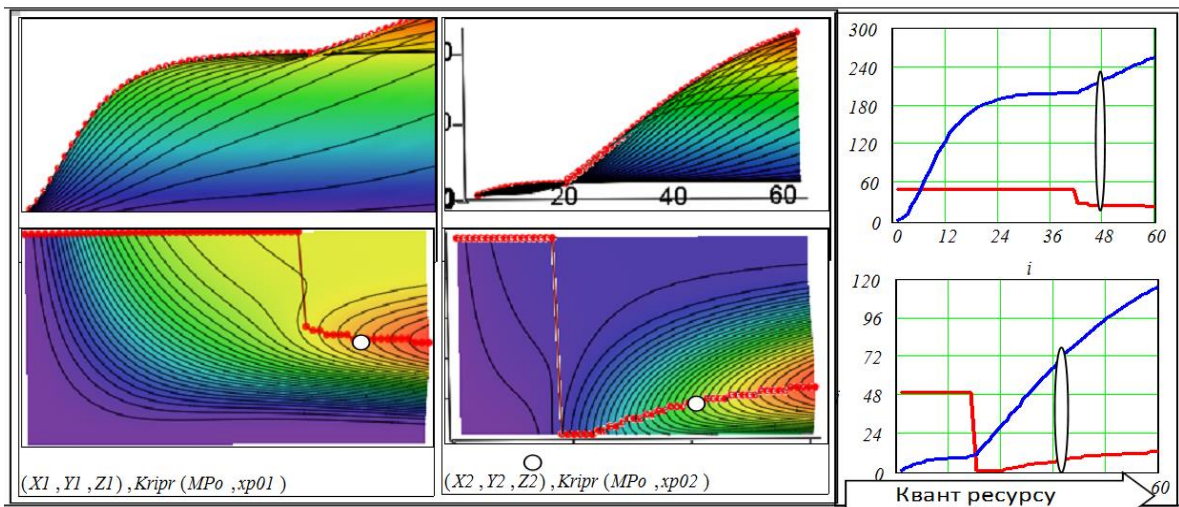


Рис. 4 Аналіз операції оптимального агрегування структури «виробництво, розвиток»

Розроблено модуль багаторівневого оптимального агрегування, забезпечує асоціативність алгебри "виробництво, розвиток". Подано в другій статті. На рис. 5 подано приклад агрегування системи з 4-йох елементів. Складна розробка нетривіальна математично і працездатна.

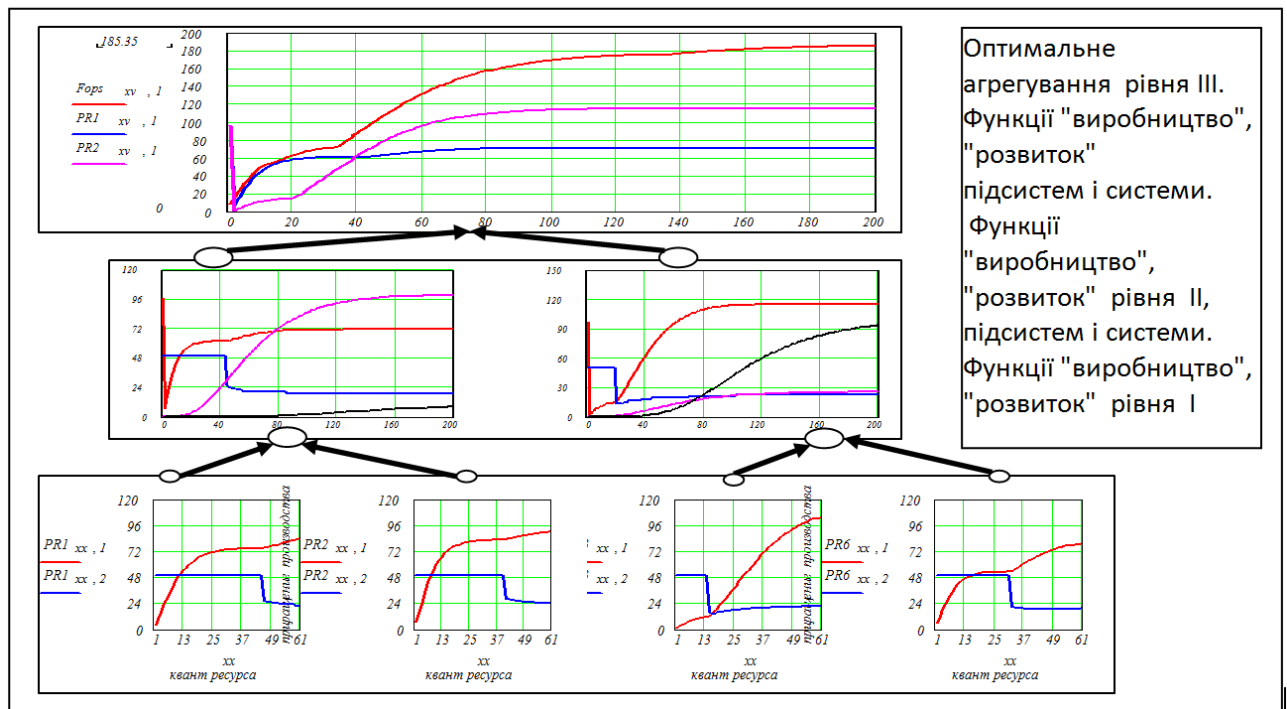


Рис. 5 Аналіз операції багаторівневого оптимального агрегування структури "виробництво, розвиток"

Висновки

Виконано аналіз соціо-техніко-економічних і освітніх систем і процесів розвитку виробничих систем. Модифіковано математичну модель оптимально агрегування: введено модуль управління часом досягнення заданих станів підсистеми. Результат модифікації – узагальнений модуль оптимального агрегування і рішення варіаційної задачі розвитку, що дає можливість отримувати оптимальні траєкторії переходу між заданими станами. З урахуванням станів ринків ресурсів і продукту, маркетингу. Подано постановку нової задачі, що дозволяє отримувати оптимальні оперативні і стратегічні управління для сучасних виробничих систем. Моделі і програми побудовані на базі досліджень [1, 2, 3]. Моделі побудовані без математичних спрощень, в програмних модулях відсутні пошукові процедури. Програмні модулі призначені для вбудовування в системи підтримки рішень для бізнес-аналітика.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Боровська Т. М. Метод оптимального агрегування в оптимізаційних задачах: монографія / Т. М. Боровська, І. С. Коле-сник, В. А. Северілов. – Вінниця: УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2009. – 229 с. – ISBN 978–966–641–285–3.
2. Боровська Т. М. Математичні моделі функціонування і розвитку виробничих систем на базі методології оптимального агрегування: монографія / Т. М. Боровська. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 308 с. – ISBN 978–966–641–731–5.
3. Taisa Borovska, Dmytro Hryshyn, Iryna Kolesnyk, Victor Severilov, Tetiana Shestakevych. Searchless Intelligent System of Modern Production Control. In: 2020 IEEE 15th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), Zbarazh, Ukraine, 23-26 Sept. 2020, (21 January 2021), pp. 291-296. DOI: 10.1109/CSIT49958.2020.9321842.

Боровська Таїса Миколаївна — доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерних систем управління, Вінницький національний технічний університет, e-mail: taisaborovska@vntu.edu.ua

Гришин Дмитро Ігорович – аспірант кафедри комп'ютерних систем управління, факультет комп'ютерних систем та автоматики, Вінницький національний технічний університет, e-mail: dmitrygrishin2@gmail.com

Borovska Taisa M. - Dr. Sc. (Eng.), Professor of Computer Control Systems, Vinnytsia National Technical University, e-mail: taisaborovska@vntu.edu.ua

Hryshyn Dmytro I. - Postgraduate Student, Department of Computer Control Systems, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnitsa National Technical University, e-mail: dmitrygrishin2@gmail.com