

Т.М. Боровська
Д.І.Гришин
І.С. Колесник
М.В.Рябокінь
В.А. Северілов
Д.І.Шаповал

БЕЗПОШУКОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Сьогодні у світовій промисловості та агроіндустрії працює 12-15% населення і повністю задовольняє потреби усього населення. Однак, при існуючих моделях і методах управління регіональними і глобальними процесами виробництва, розвитку, науки і освіти потрібні методи оптимального адаптивного управління окремими виробництвами і регіональними системами. Потрібні комп'ютерні системи управління, де не вирішені, а зняті проблеми розмірності, спрощень і наближень математичних моделей, прогнозування і управління при невизначеностях оточення. Запропоновано для розробки ефективного управління сучасними виробничими системами інформаційну технологію на базі методів оптимального агрегування. Подано постановку і рішення таких задач: однокрокові задачі оптимального розподілу ресурсів на базі методології оптимального агрегування; багатокрокові – варіаційні задачі; задачі оптимального розвитку; задачі управління кінцевим станом: - властивості моделей оптимального управління. Визначення безошукової інтелектуальної системи. Розглянута специфіка безошукових систем управління – математичні основи і програмування.

***Ключові слова:** оптимальне агрегування, ритейл, конкуренція, виробництво, ринкові вікна, навчання, адаптація.*

Abstracts

Today, the world industry and agro-industry employs 12-15% of the population and fully meets the needs of the entire population. However, the existing models and methods of managing regional and global processes of production, development, science and education require methods of optimal adaptive management of individual industries and regional systems. Computer control systems are needed, where the problems of dimensionality, simplifications and approximations of mathematical models, forecasting and control under ambiguities of the environment are not solved, but removed. The information technology on the basis of methods of optimal aggregation is offered for development of effective management of modern production systems. The formulation and solution of the following problems are given: one-step problems of optimal resource allocation on the basis of optimal aggregation methodology; multi-step - variational problems; tasks of optimal development; final state control problems: - properties of optimal control models. Definition of searchless intelligent system. The specifics of searchless control systems - mathematical foundations and programming are considered.

***Key words:** optimal aggregation, retail, competition, production, market windows, training, adaptation.*

Вступ

Актуальність проблеми. Автори вже мають публікації по темі «безпошукові інтелектуальні системи» [3]. Сучасний стан світового виробництва: - глобалізація, зростання ефективності за рахунок високих технологій і масштабів, мільйона авто на дорогах і тисячі літаків в повітрі. Вперше в історії людства виробництво продуктів харчування перевищило потреби. Змінилась структура суспільства: селяни – 5%, індустріальні виробники – 7%. Інші виробники – в обслуговуванні: доставка піци, домашні викладачі і тренери, робітники глобальних інформаційних структур. Головні проблеми науки в області управління глобалізованим виробництвом: розробка «твердих» математичних платформ» для методів оптимального адаптивного управління виробничими системами - від кондиціонера до державної економіки. Судячи з дискусій в суспільних і наукових засобах інформації економісти і спеціалісти з управління ще не розробили моделі управління виробництвом в умовах насичення ринків і процесів «деглобалізації» виробництва у автономні кластери. Ці відмінності можна бачити в нових термінах науково-технічних публікацій: «цифровий

інжиніринг» – комп’ютерні методи розробки «безпілотних» систем управління, «цифрова копія» – імітаційна модель об’єкта придатна для заміни реального об’єкту у довгих ресурсних випробуваннях перед запуском у серійне виробництво. Головна проблема в названих змінах – відставання математичного, програмного та інтелектуального забезпечення виробництв сучасної епохи. Методологія оптимального агрегування потребує інтелектуальних зусиль розробника.

Ресурсні структури сучасних виробництв

На рис. 1 подано типові ресурсні структури з природи і техніки. Ресурси використовуються як джерела енергії і «будівельний матеріал». Інформаційні та інтелектуальні ресурси занадто складні для формалізації, тому розглядаються в кінці статті. Особливість ресурсних структур в оптимальному агрегуванні – отримання складних нелінійних залежностей в систему управління – «елементи безпошукового інтелекту». Аналіз ресурсів – гілка прикладного системного аналізу. Згідно теоремі Р. Коуза роль економіки – забезпечення транзакційних угод – юридичне забезпечення виробництва. З іншого боку: найбільш потужні сегменти сучасної економіки – авіаперевезення і туризм. Тобто маємо аналітичну адаптивну систему управління, що для кожного значення сумарного ресурсу видає вектор оптимального управління. За термінологією Р. Беллмана отримуємо однокрокове управління.

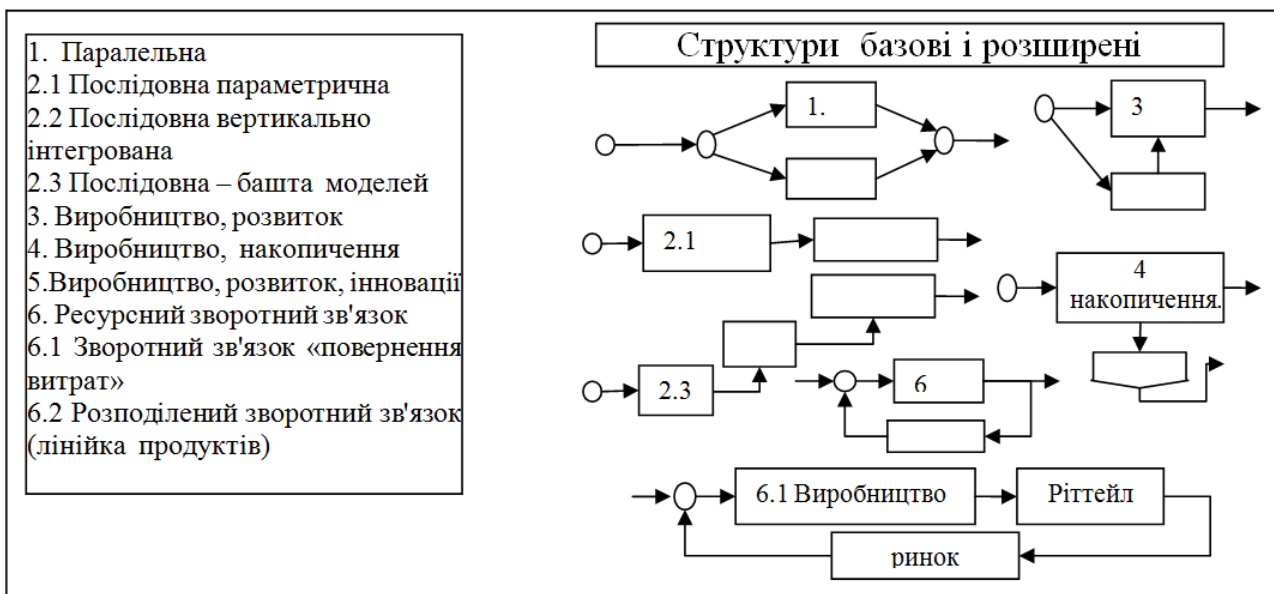


Рис. 1. Ресурсні структури та бінарні оператори оптимального агрегування

Аналіз сучасних моделей послідовних і паралельних структур виробничих систем Існує велика кількість ресурсних структур виробництва і ресурсних структур виробів. Для типових структур раціонально зробити програмні модулі – бінарні оператори оптимального агрегування, а не вирішувати задачі для більше двох елементів.

Рішення багатовимірної задачі оптимізації методом оптимального агрегування

Черговий крок розробки системи управління - відображення ресурсної структури об’єкту в бінарне дерево оптимального агрегування (ДОО). На рис.2 подано приклад для структури з паралельної, послідовної і кільцевої елементарних структур. Бачимо що підсистеми відображуються в узагальнені «функції виробництва», а ресурсні зв'язки у відповідні бінарні оператори – для паралельних, послідовних і зворотних зв'язків. Формула в нижній частині рис. 2 програмно реалізована. Результат стратегій функціонування і розвитку для кожної підсистеми (з схеми ресурсної структури об’єкту) та отримання моделі динаміки для кожної підсистеми ДОО.

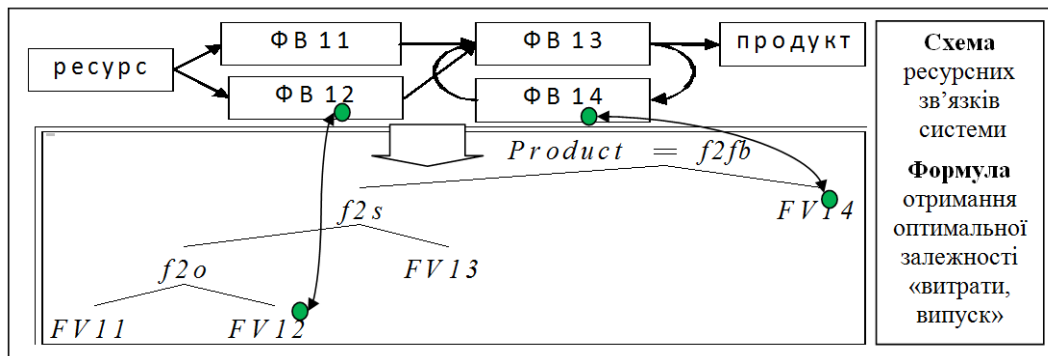


Рис. 2. Ізоморфне відображення ресурсної структури системи в бінарне дерево оптимального агрегування

В підсумку отримуємо оптимальне управління виробництвом і розвитком для широкого класу багатовимірних виробничих систем з послідовними структурами різних класів. Тема даної роботи – розробка комп'ютерної системи оптимального адаптивного управління проектами виробництва і розвитку сучасними виробничими системами, для певного класу сучасних структур виробництва – паралельних: аддитивних, багатопродуктових, структур - комплектів. Узагальнено, формула на рис. 2 в лівій частині містить ДОО – інформацію про всі елементи і зв'язки системи, в правій частині – результат оптимального агрегування ДОО – матрицю з структурою подібною до запису бази даних [1–3].

Подаємо порядок рішення задачі оптимального агрегування виробничих систем як об'єктів управління – в підсумку маємо інформаційну технологію аналізу і синтезу управління виробництвом:

1. Розробка ресурсної структури об'єкта.
2. Модифікація відомих і розробка нових бінарних операторів оптимального агрегування.
3. Ізоморфне відображення ресурсної структури в бінарне дерево оптимального агрегування - ДОО.
4. Постановка і рішення варіаційних задач стратегічного управління системою.
5. Рішення задачі оптимального оперативного управління системою.
6. Інтелектуальна підтримка – розробка комплексу спеціалізованих моделей виробничої системи:
 - 6.1 Імітаційна модель «цифрова копія».
 - 6.2 Імітаційна модель «предиктор».
 - 6.3 Імітаційна модель «спостерігач».
 - 6.4 Агрегована модель «термінальне управління».

На рис. 3 подано структура і функції базового модуля управління безпошукової інтелектуальної системи.

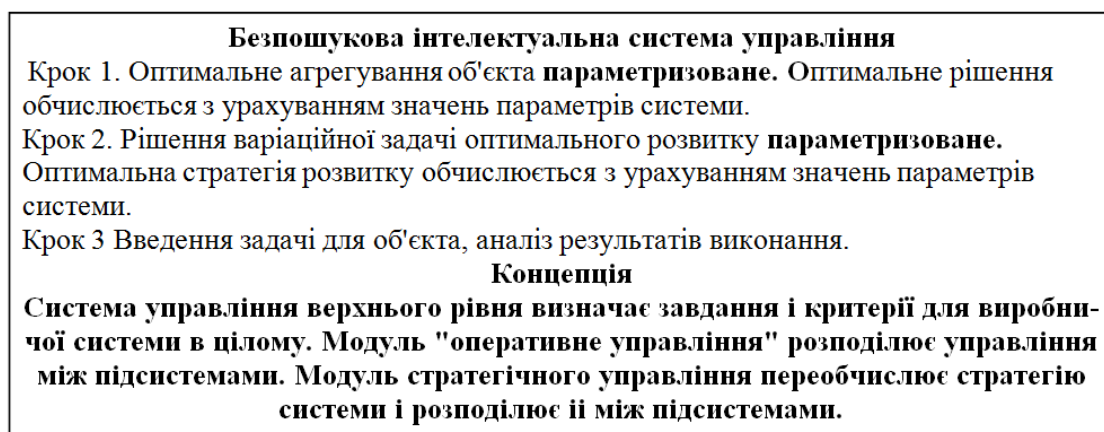


Рис. 3. Безпошукова інтелектуальна система: структура і функції базового модуля управління

Подібні розробки нових методів управління ведуться декілька років – зокрема на рівні магістерських робіт. На рис. 4 і 5 подано приклади з магістерських робіт частини авторів даної статті. Відібрано графічні результати: приклад моделювання по два кадри: математична модель; приклад моделювання.

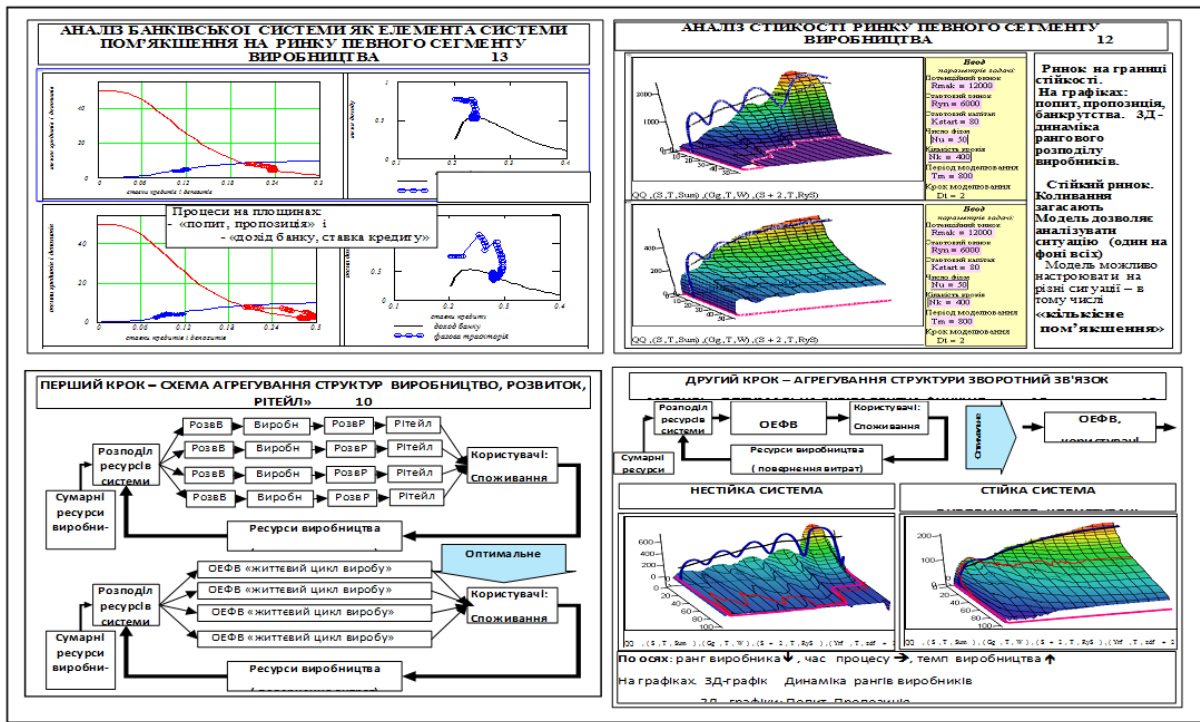


Рис. 4. Приклади розробок – оптимальне управління при обмеженнях попиту

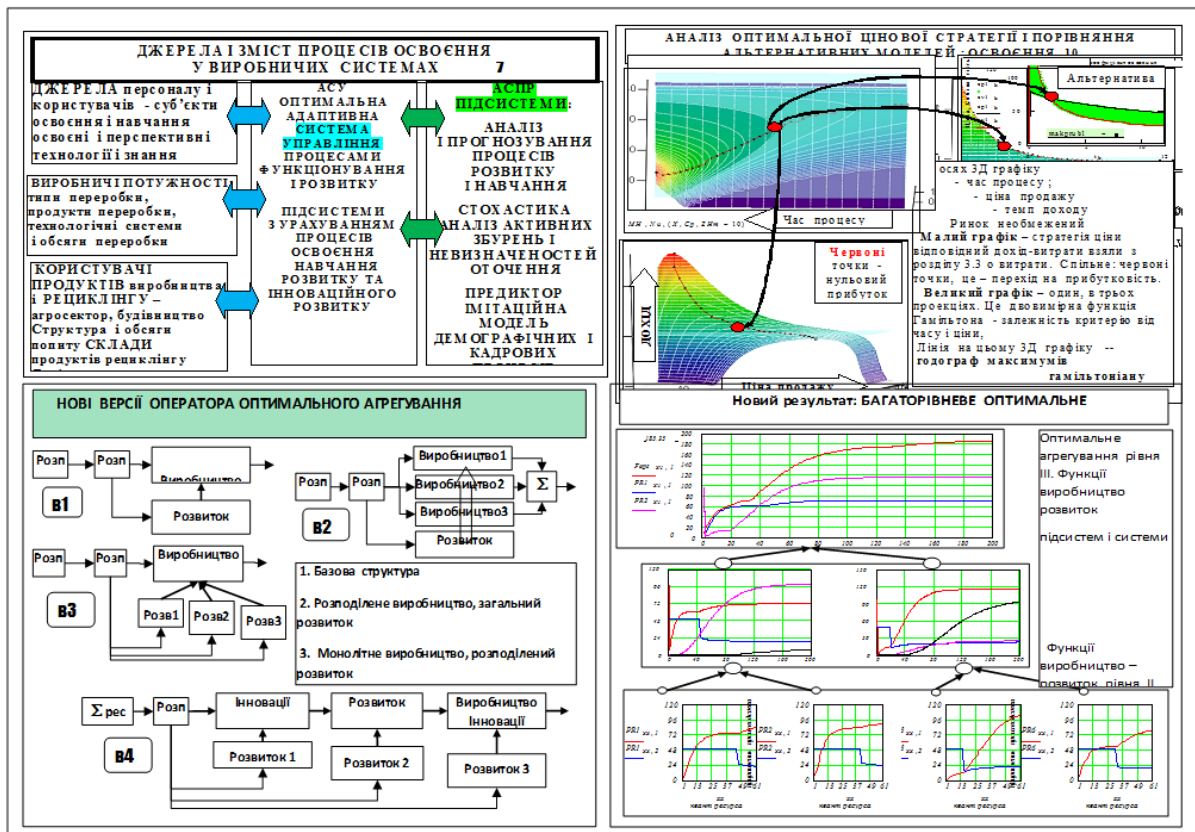


Рис. 5. Приклади розробок – оптимальне управління з урахуванням розвитку і освоєння виробництва

Висновки

Виконано аналіз аналогів і прототипів з методів оптимального адаптивного управління процесами виробництва продукції і розвитку виробничої системи. Переважна більшість «зовнішніх» аналогів – описові, емпіричні, математичні методи такі, що не вирішують задачі. В методології оптимального агрегування рішення певної задачі оптимізації відкривало можливості для постановки і досліджень задач управління вищого рівня складності. Так, на базі методології оптимального агрегування

поставлена і вирішена задача оптимального управління живучістю на базі концепції оптимального перерозподілу ресурсів системи після відмов. На відміну від класичних аналогів – рішення складних задач оптимального управління процесами сформовано як параметризовані функції користувача. Саме це дає можливість формувати управління на верхньому рівні структури «бінарне дерево оптимального агрегування». Далі управління з верхнього рівня йде на нижні по бінарному дереву безпошуково. Слід нагадати що Р. Беллман поставив в центрі своїх досліджень еквівалентну заміну баговимірної оптимізації еквівалентною системою одновимірних задач. Важливий компонент оптимального агрегування - візуалізація.

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 — д-р техн. 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: dmitriygrishin2@gmail.com

Колесник Ірина Сергіївна — канд. техн. наук, доцент кафедри обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, e-mail: iskolesnyk@gmail.com

Рябокін Мар'яна Василівна – магістер факультету комп'ютерних систем та автоматики, Вінницький національний технічний університет, e-mail: marisha.ryabokon@gmail.com

Северілов Віктор Андрійович – канд. техн. наук, доцент, e-mail: severilovvictor0@gmail.com

Шаповал Денис Ігорович – магістер факультету комп'ютерних систем та автоматики, Вінницького національного технічного університету, e-mail: fkca.av15.shdi@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: dmitriygrishin2@gmail.com

Kolesnyk Irina S. — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor of the Department of Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, e-mail: iskolesnyk@gmail.com

Riabokin Mariana V. — Master of the Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, e-mail: marisha.ryabokon@gmail.com

Severilov Viktor A. — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, e-mail: severilovvictor0@gmail.com

Shapoval Denis I. — Master of the Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, e-mail: fkca.av15.shdi@gmail.com