УДК 519.876.2

Т.М. Боровська
М.В. Рябокінь

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ В АКТИВНОМУ ОТОЧЕННІ КОНКУРЕНТІВ НА БАЗІ МЕТОДОЛОГІЇ ОПТИМАЛЬНОГО АГРЕГУВАННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація.

Розроблено моделі і програмні модулі системи управління виробництвом Розробка призначена для порівняльних досліджень альтернативних методів управління виробництвом з максимальним наближенням до реальності. Це досягається генерацією невизначеностей оточення імітаційною моделлю системи «N виробників M продуктів виробництва». Розроблено нова модель оптимального управління на базі методології оптимального агрегування»при наявності збурень акивного оточення. Оптимальне адаптивне управління обчислюється за спряженими критеріями «максимум випуску для обмежень витрат і мінімум витрат для обмежень попиту. Розроблено інтерфейси. Проведено тестування модуля оптимального агрегування збурень активного оточення: конкурентів і користувачів.

Ключові слова: виробнича система, система виробників, оптимальне агрегування, бізнес-аналітика .

Abstract.

The task of developing of a new software to optimize the processes of development of integrated production system was considered. Both alternatives - exact and approximate solutions based on maximum principle method and a new method based on decision optimization tasks system resource distribution between the production, development and Stockpiling of small time interval the process method of optimal aggregation was analysed. Correction algorithm was used at each interval of the distribution process. The advantage of the proposed method there is no need of function evaluation of Hamilton. Modeling and research.

Key words: optimal aggregation, production function, optimal development program.

Вступ

Актуальність. Останні тридцять років радикально змінилися технічні об’єкти і технології їх виробництва. Сучасне виробництво є глобалізованим: сьогодні один мегазавод постачає планшети чи лайнери для всього світу. Така суперконцентрація виробництва певних масових продуктів зменшує частку постійних витрат у собівартості продукту. Одночасно економіка мегазаводів через глобальну автоматизацію несе в собі суттєві і, можливо – незворотні негативні зміни і не в глобальному потепління, а деградації соціуму, зокрема – освіти і науки. Детальніше про це – першому розділі – огляді аналогів і прототипів. Розробка даної роботи – оптимальне управління окремою виробничою системою в активному стохастичному середовищі конкурентів і користувачів. Імітаційна модель даної роботи дозволяє виявити можливі напрямки еволюції систем виробників. Тобто тема роботи є актуально і в локальних і глобальних рівнях. Цими проблемами займаються великі організації. Однак, студентська робота теж має шанси дати нове і корисне – «велика наука сьогодні в певному занепаді.

Дана робота – частина 2 комплексної теми «Розробка і дослідження управління багатопродуктовим виробництвом в активному оточенні конкурентів». Моя частина: «управління на базі оптимального агрегування». В частинах 1 і 3 подано: - розробку управління на базі статистичних даних;- розробку управління з урахуванням процесів «навчання» користувачів. Суть

даної роботи: вирішити стандартну задачу оптимального управління багатопродуктовим виробництвом на базі методології оптимального агрегування. Ця методологія не вирішує одвічні проблеми аналітичних методів – вона їх знімає тому, що використовує можливості програмної реалізації класичних об'єктів – функцій, рівнянь динаміки, інтегралів, похідних. Головна перевага методології оптимального агрегування - можливість постановки і вирішення задач, що неможливо навіть поставити в рамках класичних методів. Стисло, суть даної роботи: розробити математичні моделі і програмні модулі для оптимальної адаптивної безпошукової системи управління без математичних обмежень і спрощень – лінійності, неперервності, наявності похідних.

Агрегування бінарних структур. Подаємо базову математику алгебри оптимального агрегування.

Паралельна структура. Два елементи отримують спільний ресурс, вихід - сума виходів елементів.

$y1 = f1(x1)$; $y2 = f2(x2)$; $Xs = x1 + x2$; $Ys = y1 + y2$; $0 \le \alpha \le 1$

$Ys = f1(Xs \cdot \alpha) + f2[Xs \cdot (1 - \alpha)]$ => $Ys = Feq(Xs, \alpha)$, де Ys - вихід системи, Xs - вхідний ресурс систем.

Структура "ресурсний зворотний зв'язок"(РЗЗ) - переробка відходів, рециклинг, рітейл. Структура складається з елементів "основне виробництво" і "переробка відходів основного виробництва" в ресурс (рециклінг). $y1 = f1p(x1, vP1)$; $y2 = f2p(x2, vP2)$; $Xr = xr1 + xr2$; $xr1 = Xr \cdot \alpha$; $xr2 = Xr \cdot (1 - \alpha)$; відображення інвестаційних витрат в функції розвитку [2]: $vP1_1 := f1r(xr1, vpr1)$ $vP2_1 := f2r(xr2, vpr2)$

Для отримання еквівалентної функції структури необхідно розв'язати нелінійне рівняння зв'язку "вхід - вихід»: $Ys = fp1(x1 + fp2(y(x), vP2(Xr, \alpha)), vP1(Xr, \alpha))$ => $Ys = Feq(Xr)$, де $x1$ - зовнішній вхідний ресурс систем, Xr - ресурс розвитку, що розподіляється між основним виробництвом і виробництвом переробки відходів. Складова $fp2(y(x), vP2(Xr, \alpha))$ - це ресурс отриманий від рециклінгу. Для рішення рівнянь розроблені версії: функції користувача [2]: $No(xs, \alpha, Xr)$ и $NorSp(x1, VP1, VP2)$

Структура "виробництво, розвиток". Сучасні високотехнологічні виробництва, що виробляють складну унікальну продукцію інтегруються з підсистемами програмування – верстатів, конвеєрів. Контрольно вимірювальними станціями та ін. Природно формувати управління такого комплексу як розширеної виробничої системи з підсистем виробництво і розвиток з функціями виробництва, розвитку і параметричного зв'язку

$$fp(xp) = fc(xp, vPp(xr, vPp0)) ; \quad fr(xr) = fc(xr, vPr) ; \quad vPp = VP2(\alpha, \Delta xs, vPp0, vPr)$$

Останній крок в розробці оператора оптимального агрегування для певної ресурсної структури формування критерію оптимальності. Подаємо базовий приклад. Стан структури: $xp0$ – стартовий темп виробництва; $vPp0$ - вектор параметрів ФВ ; vPr - вектор параметрів функції розвитку. Задано змінну розподілу «кванту ресурсу» $0 \le \alpha \le 1$, що виділяється системі «виробництво, розвиток» на певний інтервал часу. Записуємо рівняння стану системи «виробництво, розвиток» після використання кванту ресурсу.

$$xp := xp0 + \alpha \cdot \Delta xs ; \quad xr := (1 - \alpha) \cdot \Delta xs .$$

Визначаємо відображення витрат розвитку в приріст виробничих потужностей $yr = fr(xr, vPr)$, отримуємо рівняння виробництва: $yr = fr[(1 - \alpha) \cdot \Delta xs, vPr]$. Використовуємо трьох параметричні моделі функцій виробництва і розвитку [1], Формуємо вектор-функцію користувача для залежності параметрів функції виробництва від витрат розвитку $vPp = VP2(\alpha, \Delta xs, vPp0, vPr)$.

Запишемо темп виробництва після використання кванту ресурсу на розвиток и виробництва

$$yp = fp(xp, vPp) = fp[(xp0 + \alpha \cdot \Delta xs), (vPp0 + \delta vPp)]$$

Нарешті формуємо функцію користувача - "новий темп випуску" .

$$yp(\Delta xs, \alpha) = fp[(xp0 + \alpha \cdot \Delta xs), VP2(\alpha, \Delta xs, vPp0, vPr)] ;$$

и функцію користувача "приріст темпу випуску"

$$\delta yp(\Delta xs, \alpha) = yp(\Delta xs, \alpha) - yp0 = yp(\Delta xs, \alpha) - fp(xp0, vP0) .$$

Ці вирази – альтернативні критерії оптимізації в базовій задачі субоптимізації інтегрованої системи "виробництво, розвиток". Порівняємо алгебру оптимального агрегування з алгебра ми минулих часів. Коли людство освоїло алгебраїчні рівняння, інтелектуальним досягнення вважалося знайти рішення рівняння другого, третього ступеню, потім таким об'єктом стали диференційні рівняння другого, третього порядку.

Розробка бінарного оператора оптимального агрегування для певної структури теж є інтелектуальним досягненням. Для паралельної структури це тривіальна задача. Для структури "виробництво, розвиток" це досить складна задача. На рис. 1 - візуальне подання бінарного оператора оптимального агрегування структури «виробництво, розвиток». Для двох наборів параметрів бачимо: тривимірні графіки цільової функції (залежності критерію від величини і розподілу ресурсу). На поверхні 3Д графіка побудовано лінії – годографи максимумів На верхніх проекціях можна бачити оптимальні еквівалентні функції виробництва (ОЕФВ), на нижніх - загальну картину. Праворуч – графіки ОЕФВ і відповідних оптимальних розподілів ресурсу: спочатку все у виробництво, потім – розрив і розподіл між розвитком (червоне) та виробництвом.

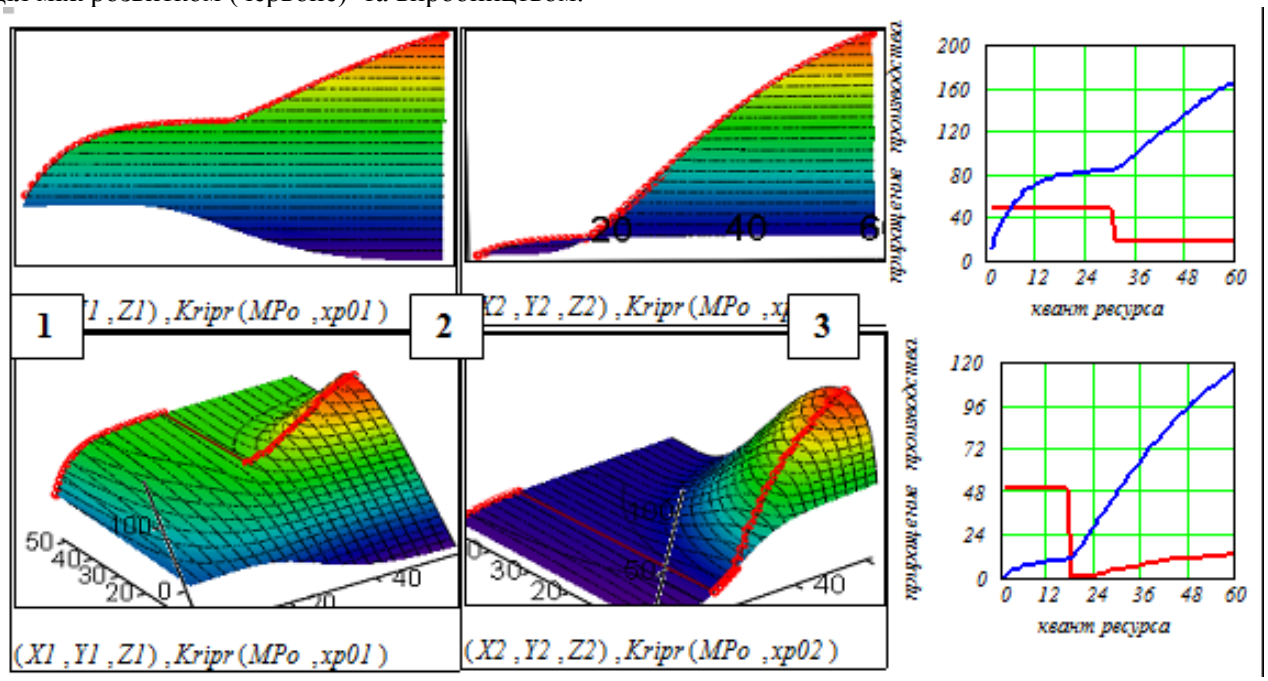

Рис. 1. Оптимальне агрегування інтегрованої структури "виробництво, розвиток". Приклад

Оптимальне агрегування не вирішує одвічні важкі проблеми класичних математичних методів: нелінійність, негладкість, нестаціонарність і пошук точки в багатовимірному фазовому просторі – воно їх знімає, однак породжує свої: проблеми конструювання моделей для нових об’єктів і задач.

Параметризація рішень задачі оптимального агрегування. На рис. 2 подана схема оптимального агрегування одноовимірної виробничої системи (ВС) (рис 1). Блок 1 подає ресурсну структуру ВС: паралельна структура з інтегрованих підсистем «виробництво, розвиток»; блок 2 – оптимальне агрегування цієї структури (рішення задачі оптимізації); - блок 3 - оптимальний розподіл ресурсу між підсистемами для двох наборів параметрів [3].

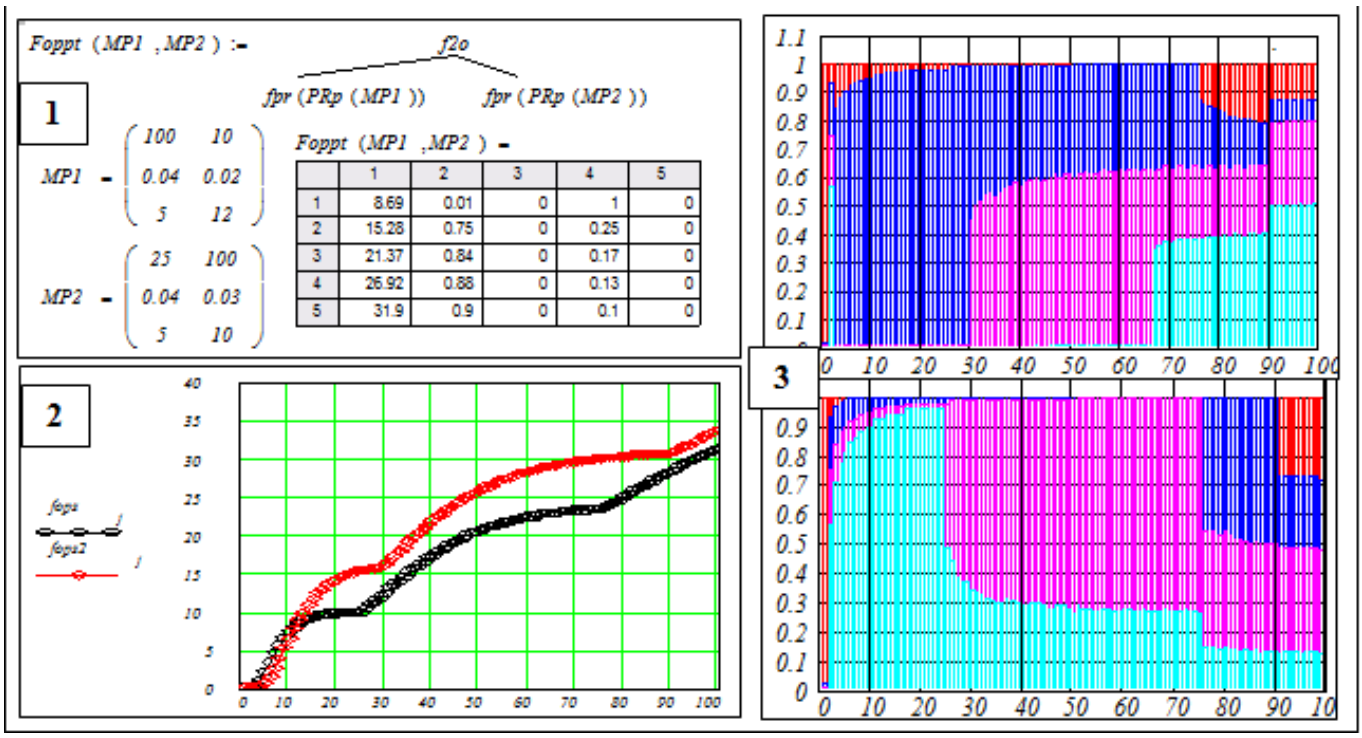

Рис. 2 Схема оптимального агрегування одновимірної виробничої системи (ВС)

Висновки

Подано розробку математичної моделі і аналіз прототипів оптимального агрегування для одиничних систем. На базі аналізу і тестування програм вибрано зміст узагальнення прототипів для функціонування в програмі імітаційного моделювання системи виробників, які використовують різні методи управління, в тому числі метод оптимального агрегування з різними параметрами. Метод оптимального агрегування має переваги відносно інших методів за рахунок менших обсягів обчислень, і більшу швидкодію, що обумовлено відсутністю пошукових процедур в програмному модулі обчислення поточного управління.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Боровська Т. М. Метод оптимального агрегування в оптимізаційних задачах: монографія / Т. М. Боровська, І. С. Колесник, 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 M. Borovska ; Inna V. Vernigora, Dmitry I. Grishin, Victor A. Severilov, Konrad Gromaszek, Aliya Aizhanova "Adaptive production control system based on optimal aggregation methods", Proc. SPIE 10808, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2018, 108086O (1 October 2018); doi: 10.1117/12.2501520; https://doi.org/10.1117/12.2501520

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

Рябокінь Мар'яна Василівна – студентка групи АВ-15б, факультет комп'ютерних систем та автоматики, Вінницький національний технічний університет, e-mail: marisha.ryabokin@gmail.com

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

Marianna Ryabokin V. – student of AV-15B, Department of Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, e-mail: marisha.ryabokin@gmail.com