

## ОПТИМАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ ПРОДАЖАМИ З УРАХУВАННЯМ ЕФЕКТІВ ОСВОЄННЯ ТА МАСШТАБІВ ВИРОБНИЦТВА НА БАЗІ МЕТОДІВ ОПТИМАЛЬНОГО АГРЕГУВАННЯ

*Боровська Таїса, Гришин Дмитро, Андрюшкін Андрій, Колесник Ірина, Северілов Віктор,  
Юзва Станіслав*

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

*Дослідження присвячено актуальній темі – розробці базових моделей виробництва з урахуванням ефектів освоєння для засобів виробництва і виробників. Відмінність розробки від аналогів – використання методів прикладного системного аналізу і оптимального агрегування, що дозволяє зняти проблеми пошукової оптимізації та спрощень моделей. Розглянута статична модель освоєння на базі реєстрації і статистичних показників виробництва. На базі статичної моделі подано постановку і рішення варіаційної задачі «цінові стратегії». Подано приклад моделювання процесу функціонування і розвитку виробництва з урахуванням моделі освоєння. Обґрунтовано можливість розробки багатопродуктової моделі оптимального розвитку з наявністю продуктів виробництва з різними станами освоєння для обладнання і персоналу. Проведено дослідження оптимально агрегованої моделі процесу розвитку з освоєнням моделі.*

### Abstract

The study is devoted to a topical issue - the development of basic models of production, taking into account the effects of mastering for the means of production and producers. The difference between development and analogues is the use of methods of applied system analysis and optimal aggregation, which allows to remove the problems of optimization search and simplification of models. The static model of development on the basis of registration and statistical indicators of production is considered. On the basis of the static model, the formulation and solution of the variational problem "pricing strategies" are presented. An example of modeling the process of functioning and development of production taking into account the model of mastering is given. The possibility of developing a multi-product model of optimal development with the presence of production products with different states of mastering for equipment and personnel is substantiated. mastering.

### Вступ

Сучасні виробництва в сучасних умовах повинні бути раціонально інтегрованими в «виробництво, рітейл, рециклінг». Перша причина такої інтеграції – виключення зовнішніх фінансових потоків між природно зв'язаними підсистемами. Друга причина – функціонування в умовах жорсткого конкурентного оточення, що має два результати різної ймовірності – поглинання або співробітництво. Третя причина – сучасні інтегровані виробничі системи «виробництво, рітейл, рециклінг» не мають єдиної системи математичних моделей для оптимального адаптивного, безпошукового управління процесами інноваційного розвитку, освоєння вже введених інновацій і ефективного управління інноваціями, що знаходяться на початкових етапах. В якості «твердого математичного фундаменту» вибрано методи і методологію оптимального агрегування, що не вирішує, а знімає проблеми існуючих методів: багатовимірної пошукової оптимізації та спрощень математичних моделей об'єктів і систем управління – апроксимацій, обумовлених обмеженнями вибраного метода. Вибрані методи безпошукові, малочутливі до розмірності. Розробка є частиною комплексного дослідження «розробка математичних моделей і програм управління інтегрованою системою «розвиток, виробництво, рітейл, рециклінг». Для даної розробки не знайдено продуктивних аналогів. Мета розробки: – комплекс класичних і нових моделей навчання персоналу і покупців, розробка імітаційних моделей процесів освоєння у виробництві і

розвитку, розробка і дослідження підсистеми управління продажами з урахуванням динаміки попиту. Основа розробки – динамічні моделі попиту і розподілів користувачів за доходами [1, 2]. Існуюче методичне і програмне забезпечення з вибраного напрямку досліджень – занадто просте і не дає постановок і рішень актуальних задач сучасності. Сьогодні стихійно і швидко створюються глобальні системи «виробництво, розвиток, рітейл, рециклінг». Дана розробка саме забезпечує інтелектуалізацію робочих місць, коли користувач має «простір» для створення нових «цифрових копій» – імітаційних моделей об'єктів. Функції розробки – програмні модулі, що на базі інформації про стан виробництва і ринку можуть обчислювати оптимальні рішення для підсистем інтегрованої системи «виробництво, розвиток, рітейл, рециклінг», споживання». Конкретне завдання розробки: математичне і програмне забезпечення для АСПР.

### Статистичні моделі освоєння у виробництві транспортних засобів

За основу беремо відому аналітико-статистичну модель витрат на розробку і випуск продукції з високим ступенем новизни. Загальні витрати подамо у виді

$$V(t) = V_{rozr}(t) + V_{vurob}(t),$$

де  $V_{rozr}(t)$  – витрати на розробку;  $V_{vurob}(t)$  – витрати на виробництво.

По масштабам інвестицій можуть бути дуже різні проекти: будівництво серії з 20 універсамів, або 25 міні-заводів по переробці молока, або 100 транспортних літаків згідно замовленню; випуск відносно регулярного потоку продуктів, наприклад асортименту запчастин, або молочних продуктів, тари і упаковки, косметики, взуття та ін. Розглянуті об'єкти відрізняються на декілька порядків по вартості одиниці продукту, терміном виробництва, масою (кількістю закладених у них матеріалів). Однак, границя між цими двома класами не є чіткою. Посередині між цими класами знаходяться автомобілі, індивідуальне житло – виробництво масове, але і ціна і маса досить великі. На основі аналізу літератури, як найбільш точні, вибираємо статистичні моделі, в яких вартість виражається через масу. Подамо моделі вартості виробництва для цих двох класів виробів.

$$V_{1vurobn} = C_{вип} \cdot M^y = A \cdot M^y \cdot \frac{Co_n}{C_1}; \quad V_{2vurobn} = A(t) \cdot f(K(N), L(N)),$$

де  $M$  – маса одного виробу;  $y$  – показник степені (визначається по статистичним даним;  $A$  – постійний коефіцієнт, різний для різних класів виробів;  $n$  – розмір партії виробів;  $Co_n$  – витрати на  $n$ -ний виріб;  $C_1$  – витрати на 1-ий виріб;  $A(t)$  – функція часу, що характеризує освоєння виробництва – середньорічний випуск;  $f(K(N), L(N))$  – виробнича функція;  $K(N), L(N)$  – витрати капіталу і праці.

Деталізуємо статистичні моделі вартості виробництва. Розглянемо вплив конструкторсько-технологічних вдосконалень. В межах нашої моделі вартість виробництва залежить від маси. Очевидно, на цю залежність впливають зміни конструкції і технології. Для багатьох виробів характерним є постійний потік таких змін на протязі життєвого циклу. Цей аспект контролюють відділи і менеджери конфігураційного контролю".

### Оптимальні цінові стратегії на базі статистичних моделей освоєння

Зробимо постановку задачі. Повторюємо з невеликими змінами схему функціонування організаційно-виробничої системи. На базі цієї схеми (рис. 1) записуються рівняння динаміки виробничої системи, рівняння для моделювання розвитку системи. Критерій оптимізації – сумарне накопичення (інтеграл) за плановий період  $T_{pl}$  прибутку  $Sd(T_{pl})$ , а управління ми знаходимо з умови максимуму функції Гамільтона  $H(x, cp, xkr)$ . На рис. 2 подано приклад результату моделювання – процеси і оптимальну цінову стратегію (спочатку ціна продажу збиткова для підвищення темпу випуску, потім прибуткова).

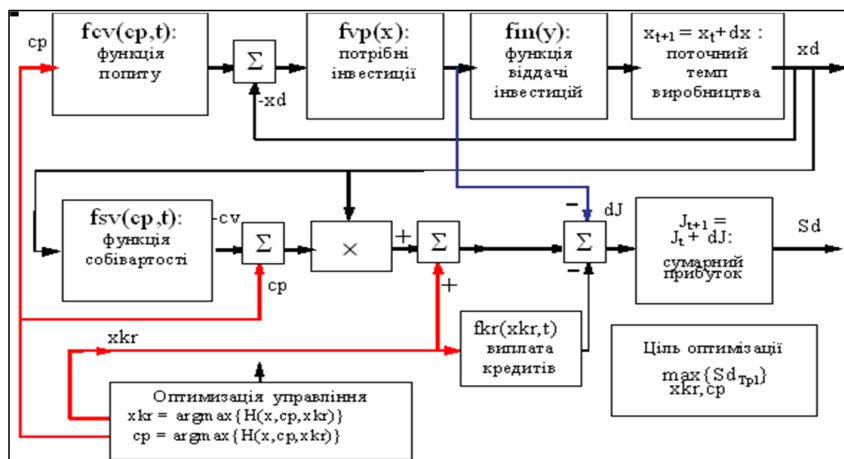


Рисунок 1 – Ресурсна структура виробництва з урахуванням освоєння

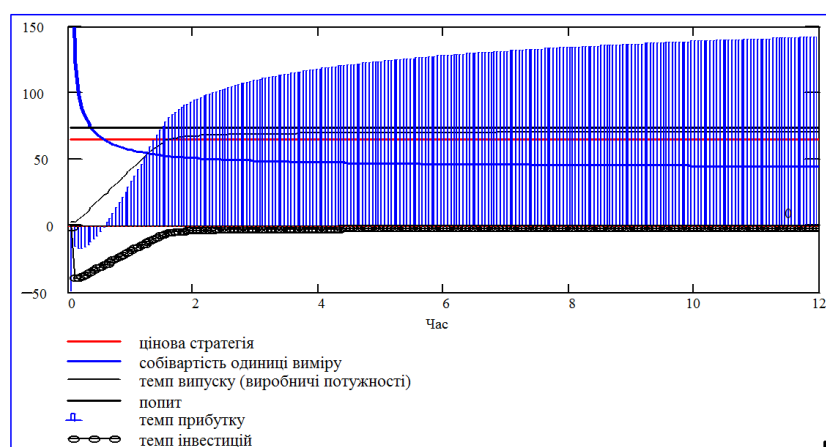


Рисунок 2 – Приклад моделювання оптимального процесу розвитку однопродуктової виробничої системи

## Висновки

Виконано порівняльний аналіз моделей навчання і освоєння, розглянуто «породжуючі механізми», що дозволяють з часом підвищувати продуктивність і якість продукції. Подано приклад класичної моделі статистичного аналізу виробництва та рішення варіаційної задачі "цінові стратегії" з інтегральним критерієм першого роду [1, 2]. Запропонована в статті математична модель цінових стратегій має ще одне актуальне застосування – аналіз процесів розробки і застосування та вдосконалення програмних продуктів для управління. Наступний етап розробки і досліджень в області освоєння і навчання – модифікація однопродуктової моделі «цінові стратегії» до багатодуктової. Можливість такої модифікації базується на створенні бінарного оператора оптимального агрегування структур "виробництво, розвиток". Подано приклад реального покращення програми оптимізації виробництва.

## Список використаних джерел

1. Боровська Таїса Миколаївна. 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.
2. Боровська Таїса Миколаївна, Колесник Ірина Сергіївна, Северілов Віктор Андрійович. 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.