

УДК 330.46

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ ДЛЯ ПОБУДОВИ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ВИРОБНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ

А. Мазарчук, Г. Біловська

*Хмельницький національний університет
29016, м. Хмельницький, вул. Інститутська, 11*

У роботі розглянуто застосування генетичного алгоритму для оптимізації багатофакторної функції прибутку виробничого підприємства, побудовано нелінійну функцію залежності прибутку від реалізації продукції підприємства від основних виробничих параметрів його діяльності.

Ключові слова: багатофакторна модель, генетичний алгоритм, оптимізація, прибуток.

У сучасних економічних умовах успішність діяльності підприємств значною мірою залежить від якості опрацювання інформації про стан споживчого ринку та умілого маніпулювання цінами на продукцію. Наявні традиційні методи дозволяють створювати досить прості моделі економічних явищ, які дають змогу вкрай наближено визначити більш-менш прийнятні параметри підприємства з точки зору оптимізації результативності його роботи. При цьому зі зростанням складності моделей (збільшенням числа факторів, побудовою нелінійних залежностей) зростає складність завдання пошуку параметрів, при яких результати моделювання набувають оптимальних значень.

Стрімкий розвиток комп'ютерних технологій дав поштовх до створення нових методів оптимізації складних моделей на основі використання обчислювальних можливостей ЕОМ. Одним із них є генетичний алгоритм – відносно новий стохастичний метод знаходження оптимумів, який досить успішно використовується у різних сферах діяльності. Однак можливості його використання у економічній сфері все ще не виявлені в повній мірі. Саме тому дедалі більш актуальною стає проблема дослідження можливостей використання генетичних алгоритмів для вирішення задач оптимізації діяльності підприємств.

Велика увага аналізу, моделюванню та прогнозуванню процесів різної природи, у тому числі й за допомогою генетичних алгоритмів, приділялася в роботах Д. Гольдберга, З. Михалевича, Л. Заде, М. Негневицького, О. Кордона, Є.В. Бодяньського, В.М. Курейчика, В. А. Крисілова, В.В. Круглова, А.П. Ротштейна, Г.К. Вороновського, К.В. Махотила, С.Н. Петрашева, С.А. Сергєєва, Т.В. Панченко та багатьох інших. Однак дослідження можливості оптимізації нелінійної багатофакторної функції прибутку виробничого підприємства з допомогою генетичних алгоритмів досі не проводились.

Одним із ключових критеріїв успішності економічного суб'єкта є прибутковість його діяльності. Зазвичай моделювання цього критерію зводиться до побудови

лінійних залежностей, або використання досить простих функцій з обмеженим числом факторів. Тому метою статті є дослідження можливостей використання генетичних алгоритмів для оптимізації нелінійної багатофакторної функції прибутку виробничого підприємства.

У ході виконання поставленої мети спершу було сформовано модель залежності прибутку від реалізації продукції підприємства від ціни товару, заробітної плати одного працівника, чисельності виробничого персоналу, витрат на обслуговування одного робочого місця, вартості сировини і матеріалів на одиницю продукції, витрат на реалізацію продукції. У основу моделі було покладено сутність поняття прибутку від реалізації продукції як різниці між виручкою від реалізації продукції та витратами на її виробництво. Дана модель є багатофакторною, складною, нелінійною. Отримана модель має наступний вигляд:

$$PR = Q(P) \cdot P - (CR + CM + CD) \cdot Q(P) - A - (S + SB(S)) \cdot QW(Q(P)) - CS \cdot QW(Q(P)) \quad (1)$$

$$\begin{cases} Q(P) = e^{a_0} \cdot P^{a_1}, \text{ де } (a_0; a_1) = A^T, A = (P'^T P')^{-1} P'^T Q', \\ SB(S) = St \cdot S, \text{ де } St - \text{ставка єдиного внеску за період,} \\ QW(Q(P)) = e^{b_0} \cdot P^{b_1}, \text{ де } (b_0; b_1) = B^T, B = (Q'^T Q')^{-1} Q'^T Q'_w. \end{cases} \quad (2)$$

При цьому P – ціна товару, CR , CM та CD – витрати на сировину матеріали та доставку одиниці продукції відповідно, A – амортизація основних фондів, S – заробітна плата одного працівника, CS – витрати на обслуговування одного робочого місця (1). Названі параметри будуть змінюватися в процесі оптимізації функції прибутку, тобто $PR(P, CR, CM, CD, A, S, CS)$. Для спрощення суми витрат на сировину, матеріали і доставку позначимо через $CRMD$ та будемо оптимізувати значення цього сумарного показника. Таким чином функція прибутку матиме п'ять параметрів. Під $Q(P)$ розумітимемо кількість продукції, що є функцією від ціни, $SB(S)$ – соціальні виплати із заробітної плати, що є функцією від заробітної плати, $QW(Q(P))$ – чисельність працівників, що функціонально залежить від кількості проданої продукції.

Функціональні залежності $Q(P)$ та $QW(Q(P))$ зображено у вигляді показникових функцій, оскільки з їх допомогою можна виразити різноманітні форми залежностей між факторами (2). Коефіцієнти a_1 , a_2 , b_1 та b_2 можна визначити на основі статистичних даних підприємства за попередні періоди. При цьому P' , Q' та Q'_w – матриці-вектори логарифмів значень цін, обсягів випуску та чисельностей працівників виробничого підприємства за попередні періоди.

Для побудови моделі було обрано саме такий набір факторів, оскільки вони являють собою основні характеристики виробничого підприємства з одного боку, а з іншого боку, підприємство може тим чи іншим чином впливати на значення цих факторів з метою оптимізації прибутку. Таким чином, одержана модель не просто ілюструватиме залежність прибутку виробничого підприємства від групи чинників, а й показуватиме можливі шляхи впливу підприємства на обсяги отриманого прибутку, дозволяючи отримати орієнтири для оптимізації існуючих значень параметрів виробництва.

Найпростішим та найнадійнішим способом вирішення задачі оптимізації деякої функції є метод повного перебору, оскільки з його допомогою, перебравши усі можливі варіанти комбінацій факторів можна прийти до глобального оптимуму

функції, визначивши максимальне (у випадку задачі мінімізації – мінімальне) її значення серед усіх можливих. Проблема використання даного методу виникає при наявності значної кількості факторів та великих діапазонах значень, яких можуть набирати дані фактори. У таких ситуаціях виникає так звана проблема «комбінаторного вибуху» - експоненційне зростання обсягів обчислень при невеликому збільшенні кількості факторів.

Одержана модель не може бути оптимізована методом повного перебору внаслідок «комбінаторного вибуху». При наявності п'яти екзогенних змінних, відсутності хоча б наближених діапазонів можливої зміни значень цих факторів, високій імовірності нецілочисельного розв'язку поставленого завдання, кількість можливих комбінацій факторів є надзвичайно великою. Так, якщо припустити, що значення наявних факторів можуть змінюватися лише в діапазоні 10 грн., то кількість можливих комбінацій факторів згідно з теорією ймовірностей становитиме 10 млрд. комбінацій, якщо прийняти крок зміни значення фактора 0,1 грн. Окрім побудови можливих комбінацій параметрів моделі, метод потребує також обчислення значень прибутку для кожної з них, що унеможливує отримання необхідного результату за прийнятний час.

Генетичний алгоритм в умовах «комбінаторного вибуху» дозволяє за короткий проміжок часу (всього декілька ітерацій) отримати близьке до оптимального рішення. Тому, з метою визначення оптимальних значень факторів для максимізації отриманої функції прибутковості підприємства, рекомендується застосувати саме генетичний алгоритм.

Даний алгоритм використовує у процесі пошуку оптимального рішення аналог механізму генетичного наслідування та природного добору. При чому найбільш важливим у процесі використання методу є проведення аналогій між поняттями. Таким чином, у процесі пошуку рішення під популяцією будемо розуміти певний набір рішень завдання. Деяке рішення проблеми – складовий елемент популяції – називається хромосомою. Хромосоми матимуть вигляд:

$$(P \ CRMD \ A \ S \ CS) \quad (3)$$

Хромосоми наступного покоління будуть називатися нащадками. Критерієм пристосованості хромосоми буде значення наявної функції прибутковості $PR(P, CRMD, A, S, CS)$. При цьому більш пристосованим відповідатиме більше значення функції.

Пошук оптимальних значень починається із генерації випадковим чином початкової популяції та обчислення функції прибутковості для кожного рішення. Далі поступово проводиться схрещування хромосом, мутація частини нащадків та відбір кращих за значенням функцій прибутковості. У результаті виконання операцій алгоритм поступово сходиться до «найкращої» хромосоми, що є оптимальним, або близьким до оптимального розв'язком (рис. 1) [3, с. 15].

Результатом роботи алгоритму є отримані значення факторів, при яких оптимізується функція прибутковості підприємства. У міру накопичення інформації про значення факторів у наступних періодах підприємство матиме можливість уточнювати функцію прибутковості та точніше визначати оптимальні обсяги факторів для досягнення оптимуму функції прибутку.

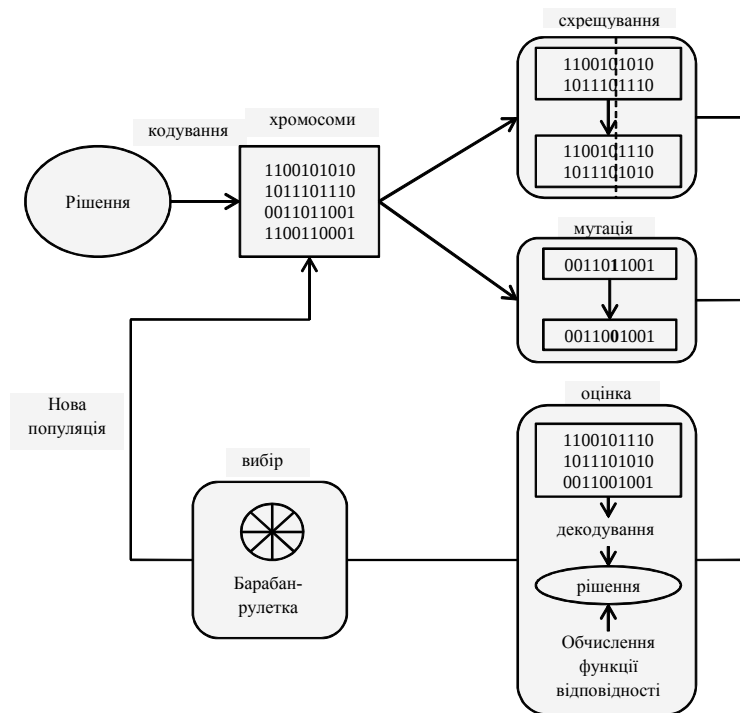


Рис.1. Узагальнена структура генетичного алгоритму

На сьогодні наявні класичні алгоритми дають можливість знаходження локальних оптимумів складних функцій, які часто є далекими від глобального екстремуму. Так, градієнтний метод дозволяє швидко визначити локальний оптимум функції, однак якщо таких оптимумів є досить багато, значно знижується ймовірність визначення таким способом саме глобального оптимуму. Генетичний алгоритм хоч і не гарантує знаходження точного глобального оптимуму для функції та має ряд складнощів у процесі практичного використання, однак отримані з його допомогою результати часто є достатніми для їх використання у якості рішення поставлених завдань.

Таким чином, простота використання та програмної реалізації, широкий спектр функцій, для яких можна використовувати генетичні алгоритми, можливість модифікації процесу пошуку та введення обмежуючих умов, відносна стійкість до потрапляння в локальні екстремуми (внаслідок використання мутації) є вагомими аргументами щодо ефективності використання даного методу оптимізації для виробничих підприємств.

1. Вороновский Г.К. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности/ Г.К. Вороновский, К.В. Махотило, С.Н. Петрашев, С.А. Сергеев.— Харьков: Основа, 1997.— 212 с.
2. Панченко Т.В. Генетические алгоритмы: учебно-методическое пособие / Т.В. Панченко, под ред. Ю. Ю. Тарасевича. — Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007. — 87 с.

3. Ротштейн А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети/А.П. Ротштейн.– Винница: УНІВЕРСУМ, 1999. – 320 с.

RESEARCHING THE POSSIBILITIES OF USING GENETIC ALGORITHMS TO BUILD OPTIMIZATION MODELS OF MANUFACTURING ENTERPRISES

A. Mazarchuk, A. Bilovska

*Khmeltsky National University
Instytutska st., 11. UA-29016 Khmeltsky, Ukraine*

The paper considers the application of genetic algorithm to optimize multifactorial function of profit of production company, built a nonlinear function of dependence the profits from sales of the company from the fixed parameters of its activities.

Key words: multifactorial model, genetic algorithm, optimization, profit.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

А. Мазарчук, А. Белёвская

*Хмельницкий национальный университет
Украина 29016, г. Хмельницкий, ул. Институтская, 11*

В работе рассмотрено применение генетического алгоритма для оптимизации многофакторной функции прибыли производственного предприятия, построено нелинейную функцию зависимости прибыли от реализации продукции предприятия от основных производственных параметров его деятельности.

Ключевые слова: многофакторная модель, генетический алгоритм, оптимизация, прибыль.

*Стаття надійшла до редколегії 20.11.2013,
прийнята до друку 02.12.2013.*