

**МЕТОДИ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ
ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ПІДПРИЄМСТВА**

Наведено критичний огляд існуючих методів проведення багатокритеріальної оптимізації плану виробництва на підприємстві, пропонуються нові підходи, в основі яких лежить об'єднання різних процедур пошуку оптимальної виробничої програми з використанням їх позитивних якостей

Постановка проблеми. Формування плану виробництва і реалізації продукції (робіт, послуг) будь-якого підприємства представляє собою складну оптимізаційну задачу прийняття рішень в умовах невизначеності. В класичній постановці завдання оптимізації виробничої програми підприємства передбачається наявність однієї цільової функції, яка зазвичай представляє собою однокритеріальну задачу максимізації прибутку при заданих обмеженнях на величину виробничих ресурсів. Ця задача має єдине рішення на основі теорії лінійного програмування Л.В. Канторовича, яке надає розроблений на базі даної теорії симплекс-метод [8], [2], [11].

Однак, в останні роки однокритеріальна задача оптимізації розглядається як частинна, що не завжди відповідає багатопільовій спрямованості місії будь-якого суб'єкта господарювання. Доведено, що цілі промислового підприємства об'єктивно дуже різноманітні: можна виділити як мінімум дві групи цілей: економічні та неекономічні. Тому підприємство безпосередньо не може бути зосереджено лише на єдиній меті, а повинне визначити декілька найбільш значимих орієнтирів дій [19, с. 302-304].

Стан вивчення проблеми. Сьогодні більшість зарубіжних та вітчизняних дослідників сходиться в думці, що в реальних економічних умовах на роль критеріїв оптимальності (ефективності) одночасно претендують декілька десятків показників – так званих локальних критеріїв, наприклад, максимум чистого доходу від реалізації виробленої продукції, максимум рівня рентабельності, максимум частки ринку виробів даного підприємства, мінімум собівартості випуску, мінімум витрат дефіцитних ресурсів тощо [6], [7], [12-14], [16], [21]. Причому в сучасній економко-математичній літературі відсутні практичні рекомендації як до вибору локальних критеріїв, так і до визначення придатних методів отримання оптимального рішення в умовах багатокритеріальності.

Метою дослідження є критичний аналіз існуючих підходів до побудови економіко-математичної моделі багатокритеріальної оптимізації виробничої програми підприємства, а також вивчення переваг та недоліків різних методів знаходження її найкращого рішення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Розвитку ідей і дослідженню проблеми багатокритеріальної оптимізації в процесі планування на підприємствах різних галузей присвячені роботи таких зарубіжних і вітчизняних учених-економістів різних часів, як В. Парето, Дж. Холланд, Р. Штойер, В. Новожилов, І. Нелідов, І. Никовський, А. Трифонов, В. Царьов, О. Гожий, І. Бурлаченко, А. Гукалюк, Ю. Єгупов, Д. Івахник, С. Іщук, С. Наконечний, Н. Прус, О. Янковий та ін. Однак деякі питання, пов'язані з вибором методів оптимізації виробничої програми при застосуванні багатокритеріальної цільової функції в економіко-математичній моделі планування на підприємстві, до сих пір залишаються спірними і не мають однозначної відповіді.

Викладення основного матеріалу дослідження. Нехай у задачі розробки плану виробництва підприємства обрано S локальних критеріїв оптимальності $K_1, K_2, \dots, K_V, \dots, K_S$ ($V = 1, 2, \dots, S$). Тоді завдання багатокритеріальної оптимізації виробничої програми можна штучно звести до задачі з одним критерієм через виділення з обраного набору локальних критеріїв одного,

який вважається найважливішим, наприклад, K_1 . За допомогою симплекс-методу намагаються досягти його максимального значення (якщо необхідно знайти мінімум, то досить змінити знак показника на протилежний). Всі інші локальні критерії розглядаються як другорядні, і на них накладаються обмеження виду $KV \geq ZV$, де ZV є нижньою межею значення відповідного показника, або $KV \leq ZV$, якщо необхідно, щоб значення даного показника не перевищувало ZV .

Для задачі виробничого планування в ролі важливішого локального критерію можна розглядати показник чистого прибутку підприємства, і максимізуючи його величину, додатково вводити обмеження щодо рентабельності виробництва (не нижче) або собівартості (не вище) певного рівня. Такі обмеження входять до системи початкових умов традиційної задачі лінійного програмування.

Але вказаний підхід має певні недоліки, зокрема В.В. Царьов зазначає:

1) заміна критерію моделі на обмеження коректна лише тоді, коли відоме чисельне значення цього критерію; проте визначити його досить точно до отримання остаточного рішення завдання не представляється можливим;

2) заміна критерію моделі на обмеження може призвести до того, що в області допустимих рішень значення решти критеріїв різко погіршають;

3) внаслідок заміни декількох критеріїв моделі на відповідні обмеження може виникнути ситуація, в результаті якої безліч допустимих планів виявиться взагалі пустою [22].

При спробі вирішити багатокритеріальну задачу виробничого планування безпосередньо слід мати на увазі, що її цільова функція при формальній оптимізації математичними методами є не скаляром, а вектором і завдання по суті зводиться до векторної оптимізації номенклатури та асортименту майбутньої виробничої програми. В зв'язку з цим особливий інтерес викликають методи векторної оптимізації, що розробляються в теорії прийняття рішень при наявності декількох локальних критеріїв [1], [5], [23].

Доведено, що багатокритеріальні задачі математичного програмування не мають універсального способу розв'язування. Отже, вибір та коректне застосування будь-кого з відомих в літературі способів, які забезпечують отримання наближеного до оптимального варіанту рішення, залишається за суб'єктом управління. Завдання математичного програмування полягає в забезпеченні потрібної кількості науково обґрунтованої інформації, на підставі якої здійснюється максимально обґрунтований вибір майбутнього плану виробництва.

Вперше проблема оптимізації векторного критерію була сформульована видатним представником лозаннської школи маржиналізму В. Парето в 1896 р., заслуга якого полягає в тому, що він розробив одне з фундаментальних понять даного напрямку оптимізації – поняття оптимальності (ефективності), що носить його ім'я. Воно являє собою узагальнене поняття точки екстремуму вектору цільових функцій у разі декількох критеріїв. Рішення вважається Парето-оптимальним, якщо значення кожного з локальних критеріїв, що входять до вектору оптимізації, можна поліпшити лише за рахунок погіршення значень інших локальних критеріїв.

Множина Парето-оптимальних рішень є підмножиною допустимої безлічі рішень задачі векторної оптимізації й володіє тою властивістю, що всі належні йому рішення не можуть бути поліпшені одночасно за всіма локальними критеріями – компонентами вектора ефективності. Отже, для будь-яких двох рішень, що належать області Парето-оптимальних рішень, обов'язково має місце протиріччя хоча б з одним із локальних критеріїв. Це автоматично призводить до необхідності проводити вибір рішення саме в області Парето-оптимальних рішень на основі певної схеми компромісу. Тому множину Парето-оптимальних рішень іноді називають областю компромісів (рис. 1).

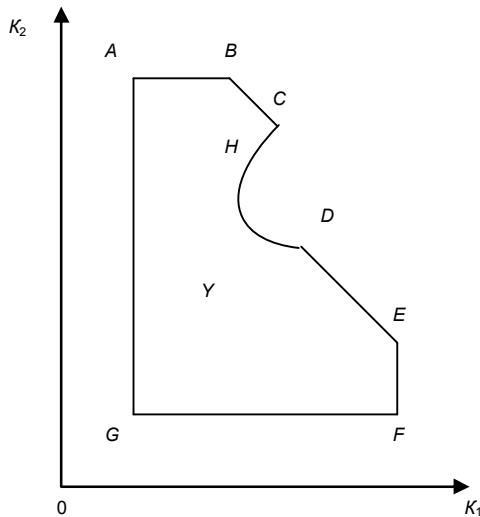


Рис. 1. Область Парето-оптимальних рішень (область компромісів)

На рис. 1, що ілюструє двокритеріальну задачу пошуку оптимального рішення на максимум, прийняті наступні позначення: K_1 , K_2 – локальні критерії оцінки варіантів рішення; точки багатокутника $ABCDEFG$ – безліч оцінок допустимих варіантів рішення (множина Y).

Множина Парето-оптимальних оцінок являє собою «північно-східну» границю множини Y без тих його частин, які паралельні однієї з координатних осей або лежать у «провалах». Для випадку, зображеного на рис. 1, Парето-оптимальні оцінки складаються із точок прямих BC , DE .

Очевидно, що для всіх указаних точок виконується умова $K_1 + K_2 = \text{const}$. Тобто підвищити локальний критерій K_1 можна лише за рахунок зниження локального критерію K_2 , і навпаки. Для всіх інших варіантів рішень з множини Y , наприклад, для точок A , G , F , H є можливість збільшити один з локальних критеріїв не знижуючи (а іноді й підвищуючи) інший локальний критерій. Тому вони не відносяться до області Парето-оптимальних рішень (області компромісів).

Таким чином, кінцеве рішення задачі векторної оптимізації слід завжди обирати з області компромісів незалежно від прийнятого принципу оптимальності, інакше воно може бути покращено і, отже, не буде оптимальним. Звідси випливає важливий висновок: множина Парето-оптимальних рішень є областю потенційно оптимальних рішень задачі векторної оптимізації. Очевидно, що при виборі рішення поставленої задачі можна обмежити пошук оптимального рішення лише областю компромісів, котра, як правило, значно вузше всієї області допустимих рішень задачі векторної оптимізації Y .

Отже в задачах вибору рішення, що формалізовані у вигляді моделі векторної оптимізації, першим природним кроком слід уважати вибір області компромісів чи рішень, оптимальних за Парето.

Властивостям і методам пошуку Парето-оптимальних рішень присвячена досить велика кількість літературних джерел (див., наприклад, роботи [3-5], [15, с. 9-64]). Цих питань торкаються також у багатьох роботах з теорії ігор, математичної економіки, теорії статистичних рішень, дослідження операцій, теорії оптимального керування та в інших наукових дисциплінах, у яких вивчаються різні багатокритеріальні моделі прийняття раціональних рішень.

Одним з поширених підходів до пошуку області Парето-оптимальних рішень є методи зведення багатокритеріальної задачі до однокритеріальної шляхом згортання векторного критерію в один глобальний критерій. Наведемо кілька таких способів при вирішенні задачі багатокритеріальної оптимізації виробничої програми підприємства [12], [18], [20].

Сутність побудови об'єданого показника полягає в тому, що локальні критерії певним чином поєднуються в один глобальний критерій, а потім шукається його максимум або мінімум. Якщо об'єднання локальних критеріїв здійснено на базі їх об'єктивного взаємозв'язку з глобальним критерієм, тоді оптимальне рішення буде коректним. Але таке об'єднання виконати вкрай складно або часто зовсім неможливо, тому, як правило, глобальний критерій є результатом чисто формального об'єднання локальних критеріїв оптимальності.

Залежно від того, яким чином локальні критерії поєднуються в глобальний критерій, розрізняють наступні види глобальних критеріїв: 1. Адитивний. 2. Мультиплікативний. 3. Максимінний (мінімаксний).

При застосуванні адитивного глобального критерію (K) цільова функція формується шляхом зважування локальних критеріїв K_v :

$$K = \sum_{v=1}^S a_v K_v, \quad (1)$$

де a_1, a_2, \dots, a_S – додатні чи від'ємні вагові коефіцієнти, сума яких повинна дорівнювати одиниці.

Додатні коефіцієнти відповідають тим критеріям, які потрібно максимізувати, а від'ємні – тим, які мінімізуються. Абсолютні значення коефіцієнтів a_1, a_2, \dots, a_S відповідають пріоритету (важливості) того чи іншого показника.

В нашому прикладі, якщо розв'язується задача оптимізації виробничої програми, то з додатними коефіцієнтами вийдуть такі величини, як обсяг прибутку, отриманого від реалізації товарів (робіт, послуг), рентабельність продукції; з від'ємними – витрати ресурсів (часу, матеріалів, грошових коштів), собівартість одиниці продукції тощо.

Тут слід мати на увазі той факт, що локальні критерії оптимальності зазвичай мають різну економічну природу, а тому й різну розмірність. Отже, просто підсумовувати їх некоректно. Для подолання вказаної труднощі локальні критерії піддають масштабуванню, головна мета якого полягає в уникненні хибного впливу на кінцеві результати оптимізації їх одиниць виміру.

Основною вимогою, що висувається до масштабованих ознак, є їх незалежність від перетворень вихідних значень локальних критеріїв типу $K_v + c$, а також sK_v , де s – деяка константа. При цьому не слід забувати, що будь-яке масштабування певним чином викривляє інформацію, що міститься в економічних показниках, які розглядаються в ролі локальних критеріїв.

Найбільш відомим способом масштабування змінних в математичній статистиці є стандартизація, яка складається з центрування та нормування даних.

Центрування являє собою вирахування з кожного значення даного локального критерію K_v за всіма допустимими варіантами рішення їх середнього значення \bar{K}_v . При цьому середня арифметична перетворених значень змінної стає рівною нулю.

Геометрично дане перетворення рівносильне перенесенню відповідних осей координат праворуч (ліворуч), нагору (донизу) на величину середнього значення залежно від його знака. У результаті початок координат стає "центром ваги" досліджуваної сукупності критеріїв варіантів рішення (рис. 2).

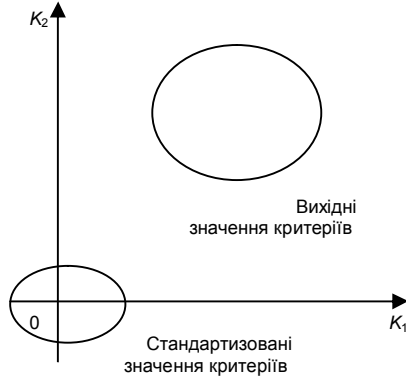


Рис. 2. Геометрична інтерпретація стандартизації двох критеріїв у випадку $\sigma_V > 1$

Під нормуванням розуміється ділення вихідних значень критерію на деяке постійне число, зазвичай на його стандартне відхилення σ_V . Геометрично нормування означає стискання (при $\sigma_V > 1$) або розтягання (при $\sigma_V < 1$) "хмари" точок вектора оптимізації у просторі локальних критеріїв (рис. 2).

Отже, процедура стандартизації може бути виражена наступною формулою:

$$Z_V = \frac{K_V - \bar{K}_V}{\sigma_V} \quad (2)$$

де \bar{K}_V, σ_V – середнє значення й стандартне відхилення локального критерію оптимальності K_V .

Стандартизація локальних критеріїв дозволяє привести всі їх значення до одного порядку. При нормальному розподілі діапазон варіювання стандартизованих значень K_V становить область від -3 до 3.

Для стандартизованих критеріїв справедливі наступні властивості:

1. Середня величина дорівнює нулю ($\bar{Z}_V = 0$).
2. Дисперсія співпадає зі стандартним відхиленням й складає одиницю ($\sigma^2 Z = \sigma Z = 1$).
3. Коваріація двох локальних критеріїв збігається з їхнім коефіцієнтом кореляції.

Існують також й інші способи масштабування, зокрема такі, що враховують екстремальні значення локальних критеріїв. Наприклад, широкого розповсюдження в соціально-економічних дослідженнях отримали наступні формули перетворення:

$$Z_V = \frac{|K_V - K_{V\min}|}{K_{V\max} - K_{V\min}}, \quad (3)$$

$$Z_V = \frac{|K_V - K_{V\max}|}{K_{V\max} - K_{V\min}}$$

Перша з них використовується у разі, якщо локальний критерій K_V – стимулятор, тобто максимізується. В протилежному випадку (K_V – дестимулятор, значення якого слід мінімізувати) застосовується друга з формул (3).

Масштабування локальних критеріїв за формулами (3) дозволяє привести всі їх значення до діапазону варіювання від 0 до 1.

Очевидно, що масштабування локальних критеріїв виробничої програми підприємства за формулами (2), (3) дозволяє уникнути впливу їх одиниць виміру на результати оптимізації. Це, на наш погляд, є певною запорукою одержання об'єктивних оцінок процедури, що розглядається.

Однак, у алгоритмів масштабування локальних критеріїв є й серйозні недоліки, зокрема треба заздалегідь мати досить широкий набір допустимих планів виробництва u_1, u_2, \dots , щоб визначити достовірні оцінки величин $K_V, \sigma_V, K_{V\min}, K_{V\max}$, які детермінують шукані масштабовані значення Z_V .

Окремим випадком масштабування економічних ознак є їхнє нормування за формулою

$$Z_V = \frac{K_V}{K_{V\text{НОРМ}}} \quad (4)$$

де $K_{V\text{НОРМ}}$ – нормативне значення локального критерію K_V .

У ролі нормативних можуть застосовуватись директивні значення локальних критеріїв, або значення параметрів цілей, закладені в перспективному плані виробництва.

До переваг методу побудови адитивних глобальних критеріїв зазвичай відносять можливість завжди визначити єдиний оптимальний варіант рішення u_0 задачі планування виробництва на підприємстві.

Недоліками вважаються труднощі (суб'єктивізм) у визначенні вагових коефіцієнтів a_1, a_2, \dots, a_S . Крім того, в адитивному критерії не виключена взаємна компенсація локальних критеріїв, тобто зменшення одного з них може бути компенсовано збільшенням іншого критерію.

У разі використання мультиплікативного критерію цільова функція має вигляд

$$K = \prod_{V=1}^S K_V \quad (5)$$

До переваг мультиплікативного глобального критерію відносять наступне:

1. Не потрібне масштабування локальних критеріїв.
2. Практично завжди визначається одне оптимальне рішення.

Недоліками мультиплікативного глобального критерію вважаються такі моменти:

1. Перемножування економічних показників різного виміру.
2. Загроза прийняти нульове значення у разі нульового значення хоча б одного локального критерію K_V .
3. Взаємна компенсація значень локальних критеріїв.

Максимінні (мінімаксні) критерії працюють за принципом компромісу, що ґрунтується на ідеї рівномірності. Сутність принципу максиміна полягає в наступному. В ході формування виробничої програми підприємства при наявності великої кількості локальних критеріїв установити між ними аналітичний взаємозв'язок дуже складно. Тому на практиці так варіюють значеннями K_1, K_2, \dots, K_S , при яких послідовно "підтягуються" ті масштабовані локальні критерії, чисельні значення яких у кінцевому рішенні виявилися найменшими. Так як ця операція здійснюється в області компромісу, підтягування "відстаючого" критерію неминуче приводить до зниження значень частини інших критеріїв. Але при проведенні ряду кроків можна домогтися певного ступеня зрівноважування суперечливих локальних критеріїв, що і є метою принципу максиміна.

Формально принцип максиміна формулюється в такий спосіб: вибрати такий набір значень локальних критеріїв, при якому реалізується максимум з мінімальних масштабованих їх значень. Такий принцип вибору іноді зветься гарантованим результатом. Він запозичений з теорії ігор, де є основним принципом. Якщо частки глобального критерію необхідно мінімізувати, то самим відстаючим локальним критерієм є той, що приймає максимальне значення. У цьому випадку як раз і застосовують принцип мінімакса.

Вибір локальних критеріїв – складне, творче завдання, оскільки цілі при формуванні плану виробництва часто суперечливі. Тому при наявності декількох локальних критеріїв рекомендується обирати варіант:

а) глобального адитивного критерію, якщо істотне значення мають абсолютні значення локальних критеріїв;
 б) глобального мультиплікативного критерію, якщо істотну роль грає зміна абсолютних значень локальних критеріїв, тобто їх відносні значення;

в) глобального максимінного (мінімаксного) критерію, якщо стоїть завдання досягнення рівності масштабованих значень його суперечливих (конфліктних) часток.

Глобальний критерій також може представлятись у вигляді дробу, де в чисельнику знаходиться добуток локальних критеріїв, які необхідно максимізувати, припустимо K_1, K_2, \dots, K_P , а в знаменнику – добуток тих, які потрібно мінімізувати $K_{P+1}, K_{P+2}, \dots, K_S$:

$$K = \frac{\prod_{v=1}^P K_v}{\prod_{v=P+1}^S K_v} \quad (6)$$

Загальним недоліком критеріїв (5), (6) є те, що існує можливість недостатню ефективність одного з локальних критеріїв компенсувати іншим. Наприклад, зниження значення валового прибутку підприємства (в формулі (6) буде в чисельнику) може компенсуватися зменшенням використання виробничих ресурсів (знаменник дробу (6)). Оскільки окремі величини в чисельнику та знаменнику глобального критерію пропорційно зменшилися, то значення дробу не змінюється, проте складені на основі таких розрахунків плани можуть призвести до непередбачуваних або навіть негативних наслідків. Отже, до використання зазначених способів формування цільових функцій необхідно підходити зважено та продумано.

Метод мінімізації модулів часток відхилень значень кожної цільової функції від їх оптимальних значень запропоновано в роботі [19]. Оптимальний план знаходять окремо за кожним з обраних локальних критеріїв, після чого отримують множину значень цільової функції K_V . На останньому етапі розв'язується початкова задача з одним критерієм виду:

$$\min K = \left| \frac{K'_1 - K_1}{K'_1} \right| = \left| \frac{K'_2 - K_2}{K'_2} \right| = \dots = \left| \frac{K'_S - K_S}{K'_S} \right| \quad (7)$$

За такого підходу розв'язок задачі визначається за глобальним критерієм, що дорівнює мінімальному значенню модулів часток відхилень значень кожної цільової функції у компромісному плані від їх оптимальних значень, що робить всі локальні критерії однаково важливими. Для врахування ваг локальних критеріїв доцільно застосовувати узагальнений критерій такого виду:

$$\min K = a_1 \left| \frac{K'_1 - K_1}{K'_1} \right| = a_2 \left| \frac{K'_2 - K_2}{K'_2} \right| = \dots = a_n \left| \frac{K'_S - K_S}{K'_S} \right| \quad (8)$$

Недоліки даного методу випливають з наступних міркувань:

1) жорстке співвідношення між значеннями відхилень локальних критеріїв оптимальності, що значно звужує множину допустимих планів;

2) одному значенню деякого локального критерію може відповідати множина інших, причому таких, за яких оптимальний план з економічного погляду ефективніший;

3) відсутня методика об'єктивного визначення вагових коефіцієнтів a_1, a_2, \dots, a_S .

Окрім об'єднання кількох обраних локальних критеріїв в один глобальний критерій, ще одним методом вирішення задачі багатокритеріальної оптимізації виробничої програми підприємства можна розглядати так званий метод "послідовних поступок". Процедура пошуку

оптимального розв'язку за даним методом полягає в тім, що всі локальні критерії розташовують у порядку їхньої відносної важливості: спочатку головний, скажімо K_1 , потім менш важливий K_2 і т. д. Нехай необхідно досягти максимального значення за всіма локальними критеріями (якщо необхідно знайти мінімум, то достатньо змінити знак локального критерію на протилежний).

Спочатку розв'язується задача з одним головним критерієм (знаходиться допустимий варіант рішення, який відповідає $\max K_1$), потім визначають деяку невелику за абсолютним значенням "поступку" ΔK_1 , на яку можна змінити (зменшити) значення критерію $\max K_1$ задля того, щоб досягти максимального значення за наступним локальним критерієм K_2 . Величина «поступки» залежить від потрібної точності розрахунків та достовірності початкових даних. Потім до системи початкових обмежень задачі приєднують обмеження, що встановлює рівень можливого відхилення першого локального критерію: $K_1 \leq (\max K_1 - \Delta K_1)$, і розв'язують нову задачу з критерієм оптимальності K_2 і т.д. Процес розв'язання задачі у такий спосіб показує, ціною яких "поступок" досягається бажаний результат.

Оптимальною звичайно вважають будь-яку стратегію, що отримана при розв'язанні задачі пошуку умовного максимуму останнього за важливістю локального критерію K_S . Отже, при використанні методу "послідовних поступок" багатокритеріальна задача зводиться до почергової максимізації локальних критеріїв і вибору величин "поступок".

Еталонний метод визначення оптимальних оцінок полягає в поступовому наближенні за всіма локальними критеріями до ідеального рішення задачі багатокритеріальної оптимізації виробничої програми підприємства.

На першому етапі розглядаються окремі локальні критерії K_V і для кожного з них за допомогою симплекса-метода вирішуються однокритеріальна задача максимізації (якщо необхідно мінімізувати цільову функцію, то знак відповідного економічного показника змінюють на протилежний). В результаті отримується s локальних оптимальних планів, що характеризуються максимальними значеннями K'_1, K'_2, \dots, K'_S , подібно тому як це відбувалось при використанні методу, заснованому на формулах (7), (8). В такий спосіб знаходиться вектор еталонних значень K_V' глобального критерію оптимальності.

На другому етапі вирішується однокритеріальна задача пошуку компромісного оптимального плану виробництва на підприємстві за глобальним критерієм наступного вигляду:

$$d(K_V', K_V) = \min \quad (9)$$

де $d(K_V', K_V)$ – деяка функція відстані між точками багатовимірного простору K_V' і K_V .

У ролі функції відстані часто використовують найбільш популярну в економіко-математичних дослідженнях метрику – зважену евклідову відстань:

$$d_e(K_V', K_V) = \sqrt{\sum_{v=1}^S (K'_v - K_v)^2 a_v} \quad (10)$$

Таким чином, еталонний алгоритм вирішення задачі оптимізації виробничої програми підприємства складається з двох основних етапів: 1) визначення вектора еталонних значень K_V' ; 2) пошук компромісного оптимального плану виробництва, який би був максимально наближений до еталонного.

Головна відмінність даного підходу від розглянутого вище метода, заснованого на формулах (7), (8), полягає у вигляді кінцевого глобального критерію оптимальності (див. формули (8), (10)). Причому основні недоліки методу мінімізації модулів часток відхилень значень кожної цільової функції від їх оптимальних значень притаманні також й еталонному методу визначення оптимальних оцінок.

Останнім часом при розв'язанні задач багатокритеріальної оптимізації з різних областей науки і практики, в тому числі й економічної, широко застосовуються так звані генетичні алгоритми [9], [10], [17, с. 77-126], [21]. Якщо симплекс-метод в класичній задачі однокритеріальної оптимізації налаштований на отримання єдиного найкращого рішення, то генетичні алгоритми забезпечують лише швидке наближення до нього. Однак, в складних випадках багатокритеріальної оптимізації, коли традиційні підходи виявляються малоприматними, генетичні алгоритми досить часто показують хороші результати.

Генетичний алгоритм являє собою метод, що відображає природну еволюцію методів вирішення проблем, і в першу чергу задач оптимізації. Генетичні алгоритми – це процедури пошуку, засновані на механізмах природного спадкоємства і відбору. В них використовується еволюційний принцип виживання найбільш пристосованих особин. Вони відрізняються від традиційних методів оптимізації декількома базовими елементами. Зокрема, генетичні алгоритми:

- 1) обробляють не значення параметрів самого завдання, а їх закодовану форму;
- 2) здійснюють пошук рішення виходячи не з єдиної точки, а з їх деякої популяції;
- 3) використовують тільки цільову функцію, а не її похідні або іншу додаткову інформацію;
- 4) застосовують імовірнісні, а не детерміновані правила вибору.

Перераховані чотири властивості забезпечують стійкість генетичних алгоритмів і їх переваги над іншими широко вживаними технологіями оптимізації складних імовірнісних завдань, в тому числі й економічних.

При описі генетичних алгоритмів використовуються визначення, запозичені з генетики. Наприклад, мова йде про популяцію особин (рішень), а в якості базових понять застосовуються ген, хромосома, генотип, фенотип, алель, кросингвер, мутація, селекція, репродукція, редукція, покоління батьків, покоління нащадків та ін.

Дуже важливим поняттям у генетичних алгоритмах вважається функція пристосованості, яка виявляє міру адаптованості конкретних особин у популяції до вимог зовнішнього середовища і дозволяє вибрати з них найбільш пристосовані (тобто ті, що мають найбільші значення функції пристосованості) відповідно з еволюційним принципом виживання «найсильніших» (які найкраще адаптувались).

Функція пристосованості також отримала свою назву безпосередньо із генетики. Вона надає сильний вплив на функціонування генетичних алгоритмів і повинна мати точне і коректне визначення. У задачах оптимізації функція пристосованості, як правило, максимізується і фактично відіграє роль цільової функції. В задачах мінімізації цільова функція перетворюється, і проблема зводиться знову ж таки до максимізації. У теорії управління функція пристосованості може приймати вигляд функції похибки, а в теорії ігор – вартісної функції.

На рис. 3 подана узагальнена схема реалізації генетичного алгоритму.

Критерієм зупинки процесу здійснення генетичного алгоритму при вирішенні задачі оптимізації може бути одна з трьох подій:

- 1) сформовано задану користувачем кількість поколінь (зазвичай 50-60);
- 2) популяція досягла заданої користувачем якості в розумінні цільової функції (наприклад, значення якості всіх рішень перевищило деяку задану величину);
- 3) досягнутий деякий рівень збіжності особин, тобто рішення в популяції стали настільки подібними, що дальше їх поліпшення відбувається надзвичайно повільно, і тому продовження здійснення ітерацій генетичного алгоритму стає недоцільним.

Після завершення роботи генетичного алгоритму з кінцевої популяції вибирається та особина (допустиме рішення), яка дає максимальне (або мінімальне) значення цільової функції і, отже, є результатом здійснення генетичного алгоритму оптимізації.

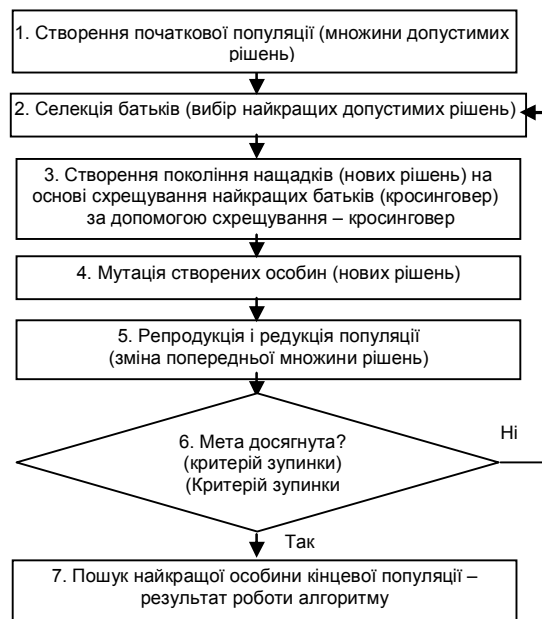


Рис. 3. Узагальнена схема реалізації генетичного алгоритму

За рахунок того, що кінцева популяція краща, ніж початкова, отриманий результат являє собою поліпшене рішення.

Висновки та перспективи подальших досліджень. В теперішній час в економіко-математичній літературі обговорюється досить велика кількість методів та підходів, спрямованих на отримання не точного, а приблизного вирішення задачі багато-критеріальної оптимізації виробничої програми підприємства, кожному з яких притаманні певні переваги та недоліки. Причому строге доведення існування найкращого з них відсутнє. В такій ситуації нам представляється доцільним індивідуальний підхід при виборі методу багатокритеріальної оптимізації, який би враховував особливості даної задачі планування виробництва в кожному конкретному випадку.

На нашу думку, перспективним є об'єднання різних процедур пошуку оптимального плану виробництва з використанням їх позитивних якостей. Наприклад, генетичного алгоритму як основи поступового покращення кінцевого рішення і різноманітних методів побудови глобального критерію оптимальності, що забезпечують отримання відповідної функції пристосованості. Такий підхід, а також застосування сучасної комп'ютерної техніки при умові обґрунтування адекватної цільової функції стане надійною запорукою знаходження найкращої виробничої програми підприємства.

Список використаної літератури:

1. Беляков В.В., Бушуева М.Е., Сагунов В.И. Многокритериальная оптимизация. – Нижний Новгород, 2001. – 317 с.
2. Бирман И.Я. Оптимальное программирование. – М.: Экономика, 1968. – 232 с.
3. Брила А.Ю. Досягність оптимальних розв'язків лексикографічно-паретівської та парето-лексикографічних задач оптимізації за зваженою сумою різноважливих критеріїв / А.Ю. Брила // Наук. вісник Ужгород. ун-ту. Сер. матем. і інформ. – 2007. – Вип. 14–15. – С. 13–17.

4. Брила А.Ю. Застосування симплексного алгоритму для розв'язання задачі максимізації лінійної функції на множині Парето / А.Ю. Брила // Теорія прийняття рішень: 2-га міжнародна школа-семинар. – Ужгород, 2004. – С.11–12. 5. Гожий О.П., Бурлаченко І.І. Застосування еталонного методу агрегування оптимальних оцінок у задачах багатокритеріальної оптимізації // Наукові праці. Комп'ютерні технології. – 2010. – Вип. 121, Т. 134. – С. 152-159. 6. Ивахник Д.Е. Оптимизация производственной программы предприятия в условиях рыночных отношений / Д.Е. Ивахник, В.З. Григорьева // Маркетинг в России и за рубежом. – 1999. – № 1. – С. 14-17. 7. Іщук С.О. Методи визначення оптимальних виробничих програм за фінансовими критеріями розвитку підприємства [Електронний ресурс] – Режим доступу: - http://www.ief.org.ua/Arjiv_EP/lshchuk406.pdf. 8. Канторович Л.В. Математические методы организации и планирования производства. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1939. – 67 с. 9. Кравець І.М. Оптимізація багатоекстремальних функцій за допомогою генетичного алгоритму / Зб. наук. праць НАУ “Проблеми інформатизації та управління” – 2010. – № 2 (30) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: – <http://www.kravets.com/scientific-activity/2010/09/04/optimization-of-multi-extrema-functions-using-genetic-algorithm>. 10. Курков М.С. Генетичні алгоритми в системах підтримки прийняття рішень для фінансового аналізу на фондовому ринку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: – <http://www.ukrainref.com.ua/index.php?go=Files&in=view&id=20571>. 11. Ларченко С.В., Гончаренко В.І. Використання MS OFFICE EXCEL при плануванні виробничої програми підприємства [Електронний ресурс]. – Режим доступу: – <http://intkonf.org/larchenko-sv-ktn-goncharenko-vi-vikoristannya-ms-office-excel-pri-planuvanni-virobnichoyi-programi-idpriemstva/>. 12. Наконечний С.І. Багатокритеріальна оптимізація [Електронний ресурс]. – Режим доступу: – <http://fingal.com.ua/content/view/207/76/1/5/>. 13. Нелидов И.Е. Перспективное планирование с применением ЭВМ: [учебное пособие] / И. Е. Нелидов, Л.Г. Никонова. – М.: Экономика, 1975. – 383 с. 14. Нелідина Ю.С. Виробнича програма підприємства [Електронний ресурс]. – Режим доступу: – http://www.rusnauka.com/22_NIOBG_2007/Economics/25280.doc. 15. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. – М.: Наука. – 1982. – 344 с. 16. Прус Н.В. Возможности застосування багатокритеріальної оптимізації при плануванні витрат промислового підприємства // Вісник Хмельницького національного університету. – 2009. – № 3, Т. 1. – С. 220-222. 17. Ротштейн О.П., Штовба С.Д., Козачко О.М. Моделирование та оптимізація надійності багатовимірних алгоритмічних процесів. – Вінниця: “УНІВЕРСУМ-Вінниця”, 2007. – 211 с. 18. Солодуха О.В. Розробка комп'ютерної підсистеми планування та прогнозування випуску продукції в умовах швейного підприємства АТЗТ “ДОТ” [Електронний ресурс]. – Режим доступу: – <http://www.masters.donntu.edu.ua/2009/kita/soloduha/diss/indexu.htm>. 19. Стратегическое планирование / Под ред. Э.А. Уткина – М.: Ассоциация авторов и издателей “ТАНДЕМ”. Изд. ЭКМОС, 1998. – 440 с. 20. Трифонов А.Г. Многокритериальная оптимизация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – http://matlab.exponenta.ru/optimiz/book_1/16.php. 21. Трубаров В.А. Дослідження генетичних алгоритмів оптимізації в паралельній моделюючій системі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: – <http://www.masters.donntu.edu.ua/2005/fvti/trubarov/diss/index.htm>. 22. Царев В.В. Внутрифирменное планирование: [учебник для вузов] / Виктор Васильевич Царев. – СПб.: Питер, 2002. – 496 с. 23. Штойер Р. Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения. Пер. С англ. / Р. Штойер. – М.: Радио и связь, 1992. – 504 с. 24. Янковой А.Г. Многомерные методы оптимизации производственной программы предприятия / О.Г. Янковой, В.В. Куперман // Сучасна економіка: Вип. 4. – К.: ДІПК, 2011. – С. 13-23.

КУПЕРМАН Вікторія Володимирівна – аспірантка кафедри економіки підприємства Одеського державного економічного університету

Наукові інтереси:
– проблеми оптимального планування виробництва на підприємстві