

## СПОСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ БАГАТОЦІЛЬОВОГО ПІДХОДУ ДО ІНТЕРАКТИВНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

Розглянуто основні детермінанти і склад основних учасників інтерактивних оптимізаційних процедур. Досліджено існуючі класифікації методів багатокритеріальної оптимізації. Розроблено систематизацію способів реалізації багатоцільового підходу до рішення оптимізаційних задач. Обґрунтовано сферу застосування останніх залежно від складу, компетенції і рівня математичної підготовки основних учасників інтерактивної оптимізаційної процедури.

The main determinates and composition of the main participants of the interactive optimization procedure are considered. The classifications of the multiobjective optimization methods are examined. The systematization of the multipurpose approach methods implementation to the optimization tasks' solution is developed. The sphere of its application depending on the composition, competence and level of mathematical grounding of the main participants of the interactive optimization procedure is grounded.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Найважливішою умовою ефективного управління підприємством в ринковій економіці є використання сучасних методів формування його виробничої програми (ВП). До дієвих інструментів формування обґрунтованих виробничих планів у нових умовах господарювання належить економіко-математичне моделювання оптимальної виробничої програми (ОВП). Його використання дозволяє врахувати все різноманіття вимог, що ставляться до рівня маркетингового та ресурсного обґрунтування виробничого плану, а також забезпечити максимальне досягнення пріоритетних цілей, що стоять перед підприємством.

Сучасне підприємство на кожному етапі свого життєвого циклу, як правило, реалізує не одну, а кілька різних за своєю природою цілей. У зв'язку з цим багато сучасних вчених економістів вказують на необхідність застосування методів багатокритеріальної оптимізації (БКО) ВП, що відповідає вимозі системного підходу до управління підприємством.

Проте необхідно констатувати, що, незважаючи на очевидні переваги багатоцільової (векторної) оптимізації, найбільшого поширення на практиці на сьогоднішній день отримав одноцільовий підхід. Широкому застосуванню методів векторної оптимізації у вирішенні економічних завдань в даний час перешкоджає наявність цілого ряду методологічних і методичних проблем, а також недостатнє опрацювання прикладних аспектів реалізації багатоцільового підходу (БЦП).

**Аналіз досліджень і публікацій останніх років.** Фундаментальні основи теорії оптимального планування закладено в наукових працях Дж. Данціга, Л. В. Канторовича, Т. І. Кумпанса, В. В. Новожилова та ін. Глибокі дослідження проблеми багатоцільової оптимізації представлено в роботах відомих зарубіжних вчених Д. І. Батіщева, В. І. Борисова, О. Г. Гранберга, К. М. Міттенен, В. Д. Ногіна, В. В. Подіновського, В. В. Царьова та ін.

Вагомий внесок у розвиток теорії векторної оптимізації внесли українські вчені Н. К. Максінко, В. С. Михалевич, В. О. Перепелиця, І. В. Сергієнко, Ю. Ю. Червань та ін. Фундаментальні дослідження інтерактивних процедур прийняття рішень представлено у роботах відомих російських вчених О. І. Ларічева і О. В. Лотова. Однак, незважаючи на значні результати, отримані в цій галузі науки вітчизняними і зарубіжними вченими, на сьогоднішній день залишається невирішеним цілий ряд найважливіших проблем, що

перешкоджають широкому використанню методів векторної оптимізації при формуванні ОВП промислового підприємства. Серед них особливе місце займає проблема обґрунтування вибору способу реалізації БЦП у контексті здійснення інтерактивної процедури оптимізації ВП підприємства.

**Постановка завдання.** Метою статті є обґрунтування авторського варіанту систематизації існуючих способів реалізації БЦП до вирішення оптимізаційних задач і розробка рекомендацій щодо практичного їх використання при формуванні ОВП промислового підприємства.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Процес формування виробничого плану в сучасних умовах відрізняється широким складом учасників і складним характером їх взаємодії. Звідси, на нашу думку, впливає доцільність і необхідність застосування інтерактивного підходу до формування ОВП промислового підприємства, в основі якого лежить використання інтерактивної оптимізаційної процедури.

Автором визначено основні детермінанти і склад учасників інтерактивної процедури оптимізації виробничої програми підприємства [1, с.65–70]. Повний склад учасників процесу формування ОВП, на думку автора, повинен бути представлений шістьма суб'єктами, включаючи: власника проблеми (ВП), особу, яка приймає рішення (ОПР), особу, яка здійснює оптимізаційні розрахунки (ОЗОР), особу, що формує інформаційне поле (ОФП), експертів і консультантів. При цьому, перші три суб'єкти представляють собою три вертикальних рівня компетенцій процесу формування ОВП підприємства. На першому – вищому рівні компетенцій знаходиться ВП, на другому – ОПР і на третьому – ОЗОР.

Інтерактивна процедура оптимізації виробничої програми промислового підприємства є чітко структурованою процедурою, що побудована на активній взаємодії її трьох основних суб'єктів, які перебувають на вертикальних рівнях компетенцій процесу прийняття рішень (ВП, ОПР і ОЗОР). Вона носить ітеративний характер і передбачає при переході до кожної нової ітерації зміну вихідних даних внаслідок інформаційної взаємодії між ОПР і ОЗОР. Взаємодія суб'єктів є найважливішою детермінантою інтерактивної оптимізаційної процедури, оскільки, на думку Р. Л. Акоффа, взаємодія є синонімом самого поняття «інтерактивізм» [2, с.64].

На сьогоднішній день в економічній літературі зустрічається безліч методів вирішення оптимізаційних задач у багатоцільовій постановці. Їх систематизація дозволила відомому російському вченому В. В. Царьову виділити три принципово різних способи реалізації БЦП до отримання оптимальних рішень планових завдань, які автор розглядає в якості основних форм «прояви багатоцільового підходу до вирішення оптимізаційних економічних, фінансових, планових, управлінських та інвестиційних задач» [3, с.158], включаючи:

- вибір найкращого плану з рішень, отриманих на основі одноцільових економіко-математичних моделей (ЕММ) з різними критеріями;
- здійснення оптимізаційних розрахунків на основі одноцільової ЕММ, побудованої за домінуючим (основним) критерієм;
- пошук найкращого рішення на основі методів векторної оптимізації.

Перший спосіб, на думку автора, знаходиться на стику одно-і багатоцільового підходів до вирішення оптимізаційних задач. Його привабливість полягає в тому, що, по-перше, він забезпечує отримання оптимального рішення як мінімум по одному з включених в систему ЕММ критеріїв. А, по-друге, його застосування дозволяє уникнути проблем, що виникають при використанні методів векторної оптимізації. Однак традиційні методи аналізу результатів одноцільової оптимізації виробничої програми підприємства, розглянуті в роботі В. В. Царьова [3, с.293–301], мають цілий ряд недоліків, наявність яких істотно знижує коректність одержаних на їх основі оцінок. Автором обґрунтовано доцільність використання багатовимірних статистичних методів для вирішення цього завдання. Зокрема, високу коректність вибору варіанта оптимального плану виробництва забезпечує застосування таксономічного методу [4, с.132–134].

Оптимізація на основі одноцільової ЕММ, побудованої за домінуючим критерієм, на погляд автора, не може розглядатися в якості окремого способу реалізації багаточільового підходу. Цей спосіб практично зводиться до методу провідного критерію, сутність якого полягає у виборі основного (ведучого) критерію і переведення всіх цільових функцій (крім головної) в розряд обмежень. Зазначений метод, як відомо, відноситься до методів векторної оптимізації [5, с.11].

Тільки третій спосіб повною мірою реалізує всі принципи багатокритеріальної оптимізації. Він заснований на використанні великої кількості різних за своєю природою методів векторної (багатокритеріальної) оптимізації. Настільки неоднорідна сукупність, яку представляє собою дана група методів, на думку автора, не може бути використана в рамках одного способу реалізації БЦП вирішення оптимізаційних задач. На базі методів векторної оптимізації повинні бути розроблені принципово різні способи реалізації зазначеного вище підходу. З цією метою досліджуємо діючі класифікації методів векторної оптимізації.

В розроблену В. В. Царьовим класифікацію включено понад двадцять методів БКО, згрупованих (рис. 1) за чотирма класами [3, с.184–185]. До складу методів першого класу входять методи, що не передбачають використання додаткової інформації («правило північно-західного кута»; метод В. В. Подіновського; метод попарного порівняння векторних оцінок). До методів другого класу відносяться методи, що передбачають використання додаткової інформації (метод ланцюжків; метод опорних множин; метод порядкових коефіцієнтів важливості).

До складу методів третього класу входять евристичні методи. До даного класу В. В. Царьовим віднесено дванадцять методів, включаючи метод головного критерію, симетрично-лексикографічний, скаляризації критеріїв, послідовної поступки, вирішальних матриць та ін.

Розглядаючи методи четвертого класу – аксіоматичні методи, В. В. Царьов обмежився тільки їх загальною характеристикою. Зокрема, автор зазначав, що ці методи ґрунтуються на деякій системі аксіом і досить строго виводяться на основі прийняття гіпотези про виконання (облік) цих аксіом [3, с.185]. Ця класифікація, на думку автора, має суттєві недоліки, оскільки в ній використано різні групувальні ознаки. Так, в основі віднесення методів до одного з перших двох класів лежить ознака, що формулюється таким чином: «Чи передбачає цей метод використання додаткової інформації?». Оскільки на це питання існують тільки дві можливі відповіді – «ні» або «так», то і всю сукупність методів багатокритеріальної оптимізації за цією ознакою можна розділити тільки на дві групи (два класи) методів – що не передбачають і що передбачають використання додаткової інформації. Будь-який з методів, що відносяться до третього і четвертого класів, за вказаною вище ознакою може бути цілком однозначно віднесений або до першого, або до другого класу.

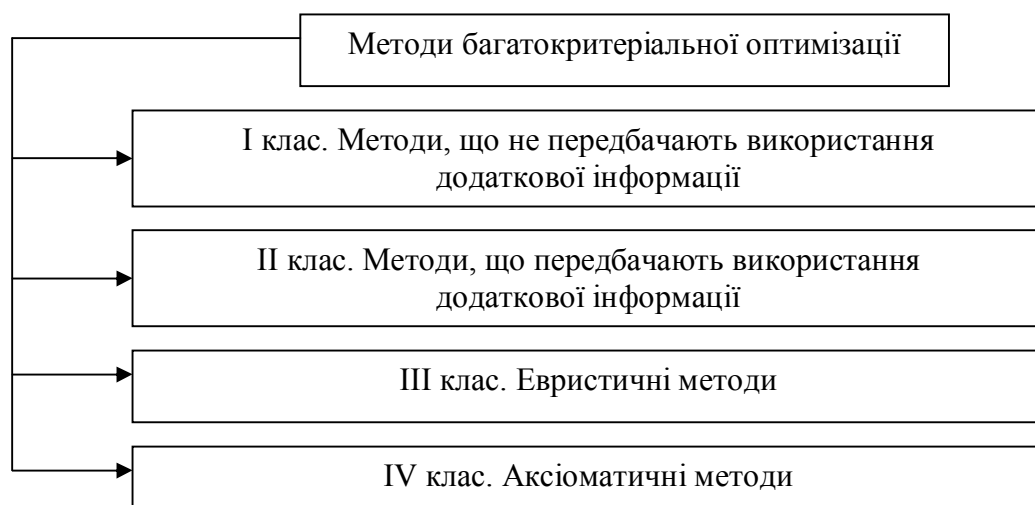


Рис. 1. Класифікація методів багатокритеріальної оптимізації В. В. Царьова

Природним чином виникає запитання щодо ознаки, яка лежить в основі виділення методів третього і четвертого класів. Автор вважає, що з усіх відомих характеристик природи евристичних методів найбільш істотною є така: «способи знаходження та реалізації рішень шляхом спілкування та переговорів» [6]. До аксіоматичних відносяться ті методи прийняття багатокритеріальних рішень, «у яких здійснюється спроба подолати природну і модельну невизначеність за рахунок введення деякої аксіоми, що виражає знання проєктувальника про пошук оптимального рішення в певній формі» [7].

З наведених вище визначень випливає, що основні відмінності евристичних і аксіоматичних методів полягають у способі виображення та обліку переваг ОНР. В евристичних методах останні враховуються в процесі пошуку найкращого рішення, а аксіоматичних – до або після отримання рішень.

Р. Розенталем запропоновано класифікацію, що поєднує три класи методів МКО: 1) методи часткового генерування множини Парето; 2) методи, що базуються на знанні точного виявлення функції корисності та її максимізації; 3) методи, засновані на інтерактивній неявній максимізації вираження функції корисності [8, с.134].

В теорії БКО як рішення прийнято розглядати безліч невідоміючих рішень у просторі критеріїв або Парето-оптимальну множину в просторі рішень. Оскільки всі точки даної множини відповідно до теорії векторної оптимізації рівноцінні, то головну роль у визначенні найкращого рішення грає ОНР; «саме на основі врахування переваг ОНР знаходиться те єдине Парето-оптимальне рішення, яке вважається результатом процесу вибору» [9, с.78].

Таким чином, в основу виділення способів реалізації БЦП до вирішення оптимізаційних задач на базі методів векторної оптимізації, на думку автора, повинна бути покладена класифікація останніх у залежності від ролі ОНР у процесі прийняття рішень. Тільки в цьому випадку способи БЦП можуть розглядатися як дієвий інструмент інтерактивної оптимізаційної процедури.

Слід зазначити, що в розглянутих вище класифікаціях методів БКО у якості групової ознаки роль ОНР в процесі прийняття рішень не використовується. Звідси ці класифікації не можуть служити основою для виділення способів реалізації БЦП до вирішення оптимізаційних задач.

Найбільш повні угруповання методів БКО залежно від ролі ОНР у процесі прийняття рішень представлено в працях О. В. Лотова [9, с.50–92] і С. Л. Хванга [10, с.5–31] (табл. 1).

Таблиця 1

Класифікація методів багатокритеріальної оптимізації в залежності від характеру участі ОНР в процесі прийняття рішень

Класифікація О. В. Лотова	Класифікація С. Л. Хванга
1. Методи БКО без участі ОНР	1. Методи, які не використовують інформацію про переваги ОНР
2. Методи, які використовують переваги ОНР при побудові правила вибору єдиного або невеликого числа Парето-оптимальних рішень	2. Методи, які використовують інформацію про переваги ОНР після отримання рішень, тобто апостеріорі (методи «а posteriory»)
3. Інтерактивні (ітеративні) процедури розв'язання задачі за участю ОНР	3. Методи, які використовують інформацію про переваги ОНР до отримання рішень, тобто апріорі (методи «а priori»)
4. Методи, засновані на інформуванні ОНР про паретовий кордон з подальшою вказівкою ОНР тієї критеріальної точки, за якою знаходять найвдаліше рішення	4. Методи, що враховують переваги ОНР в процесі пошуку потрібного рішення (інтерактивні методи)

Жодна з наведених у таблиці класифікацій не є строгою в науковому розумінні. Деякі методи можуть бути віднесені до декількох класів [11, с.64]. Тому з метою виділення способів реалізації БЦП до вирішення оптимізаційних задач у рамках інтерактивної

процедури пропонується використовувати комбінацію класифікацій С. Л. Хванга і О. В. Лотова.

Методи 1-ї групи зазначених класифікацій буквально співпадають. Аналогічно співпадають групи інтерактивних методів, що відносяться в розглянутих класифікаціях відповідно до методів 3-ї і 4-ї групи. Методи апостеріорі і апріорі (2 і 3-ї групи класифікації С. Л. Хванга) по суті конкретизують роль ЛПР при побудові правила вибору найбільш кращого рішення, тобто їх можна розглядати як варіації методів 2-ї групи класифікації О. В. Лотова.

Другий спосіб реалізації БЦП буде об'єднувати методи 1-ї і 2-ї групи класифікації О. В. Лотова і методи 1-3-ї груп класифікації С. Л. Хванга. Зазначений спосіб ґрунтується на твердженні про відсутність апріорі кращого методу БКО, оскільки дані методи різні за своєю природою і в загальному випадку дають ефективні (Парето-оптимальні) рішення, що не співпадають між собою. Він полягає у використанні сукупності методів векторної оптимізації з подальшим вибором найбільш кращого рішення на основі прийнятого ОПР принципу і поєднує ряд послідовних етапів:

- 1) формування ОПР сукупності методів для здійснення оптимізаційних розрахунків з використанням декількох критеріїв;
- 2) отримання сукупності ефективних рішень на основі відібраних ОПР методів;
- 3) обґрунтування правила вибору найкращого рішення;
- 4) вибір найкращого рішення.

У сукупність методів здійснення оптимізаційних розрахунків, що формує ЛПР на першому етапі, необхідно включити методи одноцільової оптимізації для отримання оптимальних рішень по кожному із критеріїв оптимальності, а також методи 1-ї і 2-ї групи класифікації О. В. Лотова і методи 1-3-ї груп класифікації С. Л. Хванга, а саме методи: згортки критеріїв (як з однаковими, так і з різними ваговими коефіцієнтами); головного (провідного) критерію; глобального критерію, «ідеальної» точки.

Обґрунтування правила вибору найкращого рішення з отриманої сукупності ефективних рішень відноситься до однієї з основних проблем теорії БКО. Оскільки кожне ефективне вирішення багатокритеріальної задачі характеризується відповідною векторною оцінкою, тобто конкретним набором цільових функцій, то пошук найкращого рішення зводиться до вибору найкращої векторної оцінки. Завдання полягає у виборі тієї основної властивості, якою повинна володіти ця оцінка, щоб на її основі визначити найкраще з усіх отриманих рішень. Іншими словами, необхідно сформулювати такий принцип відбору, який визначив би властивості найкращого рішення і відповідав би на питання, в якому сенсі останнє перевершує всі інші рішення.

В якості такого принципу автором пропонується використовувати широко застосовуваний у теорії багатовимірного статистичного аналізу принцип максимального наближення до ідеального об'єкту [12, с.76–80]. У цьому випадку до штучно сформованого оптимального плану, при якому досягають свого максимального значення всі включені в ЕММ цільові функції.

У математичному відношенні проблема вибору найкращого рішення зводиться до задачі впорядкування векторних оцінок. Тому для її вирішення необхідно використовувати багатовимірні статистичні методи, серед яких необхідно особливо відзначити метод таксономії, що відрізняється простотою математичного апарату і зручнішим масштабом оцінок, полегшує ранжування та аналіз отриманих рішень. Особливості використання таксономічного методу у вирішенні зазначеної задачі детально розглянуто у наукових працях автора [12, с.76–80; 13, с.113–118].

Найбільшу цінність при порівняльному аналізі рішень, отриманих на основі сформованої ОПР сукупності методів, представляють не самі ранги рішень, а числові значення таксономічного показника ( $\mu_i$ ), що змінюється в інтервалі від 0 до 1 і характеризує рівень наближення відповідного рішення до ідеального. Так, прийнятним для практичної реалізації ОПР може бути визнано не одне єдине рішення, яке має найвищий (1-й) ранг, а

декілька рішень, які мають 2-й або 3-й ранг, проте у незначній мірі поступаються найкращому за рівнем таксономічного показника.

Третій спосіб реалізації МЦП базується на використанні інтерактивних методів (методів 3-ї і 4-ї груп класифікацій О. В. Лотова і С. Л. Хванга відповідно). Їх застосування в найбільшій мірі дозволяє реалізувати можливості інтерактивного підходу до вирішення багатокритеріальних оптимізаційних задач.

Інтерактивні методи являють собою найбільш численну групу методів БКО. До основних з них О. В. Лотов відносить: лексикографічний метод, метод поступок; метод Джоффраона-Дайєра-Файнберга; метод Штойєра; метод STEM і його модифікацію; метод Корхонен-Лаакс; метод «Біг по множині Парето»; метод «Крок по паретовій границі» [9, с.96–121].

Найбільш повний перелік інтерактивних методів БКО представлено у праці К. М. Міттенена, в якій автором розглянуто понад півтора десятка методів, що включають метод Джоффраона-Дайєра-Файнберга; методи ISWT, SPOT, метод «утопічної» точки Чебишева; метод STEM; метод бажаної точки; метод задовольняючих поступок STOM; GUESS-метод, метод пошуку світловим променем LBS; метод наближення в бажаному напрямку RDA; метод NIMBUS [11, с.136–206].

Кожен із зазначених вище методів має свої алгоритмічні особливості. Однак, незважаючи на це, всі вони засновані на єдиній процедурі рішення багатокритеріальної оптимізаційної задачі, що полягає в послідовному, покроковому наближенні до найкращого рішення. При цьому висновок про доцільність переходу до подальшого кроку робить ОПР, воно ж передає ОЗОР інформацію про необхідні зміни в ЕММ. Дана процедура і визначає сутність третього способу реалізації БЦП до вирішення оптимізаційних задач. А все різноманіття інтерактивних методів являє собою різні варіації зазначеного способу.

Так, сутність лексикографічного методу полягає в почерговому вирішенні завдань з одноцільовою функцією, починаючи із задачі з цільовою функцією, що має найвищий пріоритет, і закінчуючи завданням із цільовою функцією, що має нижчий пріоритет. При цьому рішення задачі з цільовою функцією, що має більш низький пріоритет, не може погіршити отримані раніше рішення задач з цільовими функціями, які мають більш високий пріоритет. Ця вимога реалізується шляхом введення на кожному і +1-му кроці нового обмеження на непогіршення екстремального значення критерію, отриманого на попередньому і-му кроці.

Однак даний метод дає прийнятні для ОПР результати лише за умови, що хоча б на одному з етапів процесу послідовної оптимізації (за винятком останнього) виходить неєдине оптимальне рішення. В іншому випадку всі рішення будуть зведені до одного – отриманого на першому кроці.

Більш придатний для практичної реалізації третього способу застосування БЦП метод послідовних поступок представляє собою багатоетапний процес отримання ефективних (оптимальних за Парето) рішень багатокритеріальної задачі на множині допустимих варіантів, що послідовно звужується. При цьому на кожному і +1-му кроці ОПР задає величину відходу від максимуму цільової функції, отриманого на і-му кроці, або, так звану, поступку по і-му критерію. Даний метод дозволяє врахувати всю сукупність критеріїв оптимальності, упорядкованих за ступенем їх важливості (пріоритету).

Вигідно відрізняється від даного методу метод «Крок по паретовій границі», в якому призначення поступок здійснюється не наосліп, а з урахуванням можливого виграшу [9, с.121].

Значні можливості прискорення процедури покрокового наближення до найкращого рішення досягається за рахунок попереднього угруповання критеріїв, яке передбачене в методах ISTM (Interactive Step Trade-off Method) [14, с.112–116] і NIMBUS (Nondifferentiable Interactive Multiobjective Bundle-based optimization System) [11, с.136–206]. Так, в останньому після визначення максимально можливого рівня критеріальних показників (на основі відповідних одноцільових моделей) всі критерії розподіляються за п'ятьма групами:

- 1) критерії, значення яких на думку ОПР слід збільшити без будь-яких обмежень;
- 2) критерії, значення яких на думку ОПР необхідно збільшити до певного рівня;
- 3) критерії, значення яких задовольняють ОПР;
- 4) критерії, значення яких на думку ОПР необхідно зменшити до певного рівня;
- 5) критерії, напрями зміни значень яких для ОПР є байдужими.

Розроблена нами систематизація способів реалізації БЦП до вирішення оптимізаційних задач представлена на рис. 2.

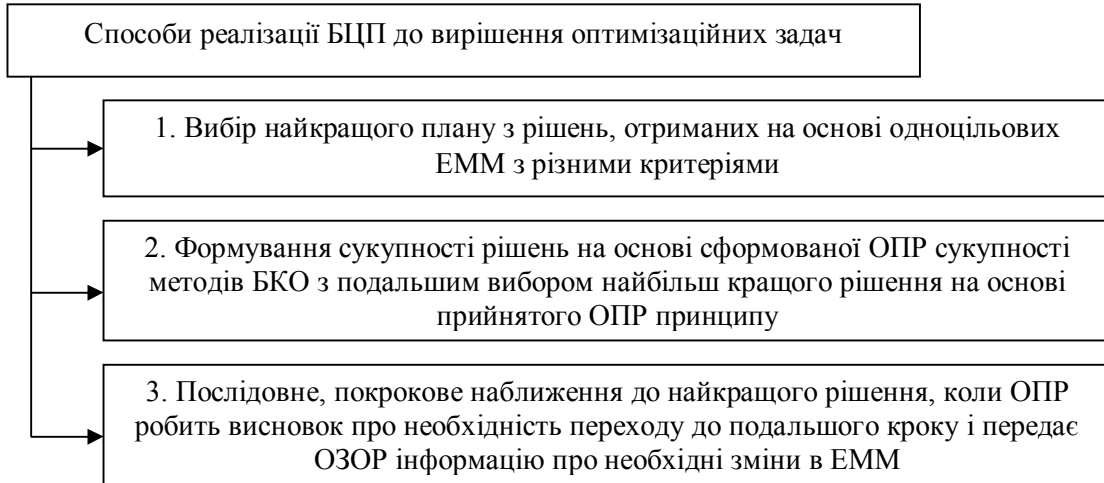


Рис. 2. Способи реалізації МЦП до вирішення оптимізаційних задач

Жоден із способів реалізації БЦП не передбачає наявності у ОПР спеціальної математичної підготовки. В контексті застосування першого і другого способів від нього тільки потрібно встановити пріоритети кожного з критеріїв оптимальності та призначити відповідні вагові коефіцієнти. Більша частина методів покрокового наближення до найкращого розв'язання (третій спосіб реалізації БЦП) заснована на використанні інформації про величину можливих поступок по кожному критерію, визначення якої є прерогативою ОПР. Знання алгоритмічних особливостей методів БКО потрібне тільки від ОЗОР, причому суто при використанні другого і третього підходів. Таким чином, можливості застосування кожного конкретного способу реалізації БЦП визначаються наявністю певних умов (табл. 2).

Таблиця 2

Умови застосування окремих способів реалізації БЦП

Необхідні умови	Наявність необхідної умови застосування способу реалізації БЦП (+;-)		
	I спосіб	II спосіб	III спосіб
1. Рівень математичної підготовки ОЗОР, що забезпечує можливість використання методів БКО	-	+	+
2. Здатність ОПР встановити пріоритети цільових установок і відповідні їм критерії оптимальності та обґрунтувати їх вагові коефіцієнти	+	+	-
3. Обґрунтування правила вибору найкращого рішення	-	+	-
4. Можливість призначення ОПР величини поступки по кожному критерію оптимальності	-	-	+
5. Можливість здійснення активного діалогу між ОПР і ОЗОР у процесі виконання оптимізаційних розрахунків	-	-	+

Автор вважає (табл. 2), що для застосування першого способу досить виконання тільки однієї – 2-ї умови; використання другого способу визначається наявністю 1-ї і 2-ї умови, а третього способу – обов'язковим є виконання умов 1, 3 і 4.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Використання розробленої систематизації способів реалізації БЦП до вирішення оптимізаційних завдань і рекомендацій щодо сфери застосування останніх в залежності від складу, компетенції та рівня математичної підготовки основних учасників інтерактивної оптимізаційної процедури істотно підвищить дієвість методів БКО як інструменту формування оптимальної виробничої програми підприємства.

Подальші авторські розробки в цьому напрямку будуть пов'язані з дослідженням особливостей взаємодії основних суб'єктів інтерактивної процедури оптимізації виробничого плану в розрізі окремих способів реалізації БЦП.

#### **Список використаної літератури**

1. Егупов Ю. А. Интерактивная процедура формирования оптимальной производственной программы мясоперерабатывающего предприятия / Ю. А. Егупов // Вісник Хмельницького національного університету. – 2010. – № 4. – Том 3. – С. 65–70.
2. Акофф Р. Л. Планирование будущего корпорации / Рассел Л. Акофф; [пер. с англ.]. – М.: Сирин, 2002. – 256 с.
3. Царев В. В. Внутрифирменное планирование / В. В. Царев. – СПб.: Питер, 2002. – 496 с.
4. Егупов Ю. А. Обґрунтування методу порівняльної оцінки варіантів одноцільової оптимізації виробничої програми підприємства / Ю. А. Егупов // Вісник Хмельницького національного університету. – 2008. – № 4. – Том 1. – С. 131–134.
5. Батищев Д. И. Многокритериальный выбор с учетом индивидуальных предпочтений / Д. И. Батищев, Д. Е. Шапошников. – Нижний Новгород: ИПН РАН, 1994. – 92 с.
6. Эвристический метод принятия управленческих решений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.elitarium.ru/2011/07/01/jevristicalicheskijj\\_metod\\_reshenijj.html](http://www.elitarium.ru/2011/07/01/jevristicalicheskijj_metod_reshenijj.html).
7. Аксиоматические методы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vm.msun.ru/Gloss/Ag.htm>.
8. Rosental R. E. Principles of Multiobjective Optimization? / R. E. Rosental // Decision Sciences. – 1985. – № 2. – P. 133–152.
9. Лотов А. В. Многокритериальные задачи принятия решений: [учеб. пособ.] / А. В. Лотов, И. И. Поспелова. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 197 с.
10. Hwang C. L. Mathematical programming with multiple objectives / C. L. Hwang, S. R. Paidy, K. Yoon // Computers & Operations Research. – 1980. – № 7. – P. 5–31.
11. Miettinen K. M. Nonlinear Multiobjective Optimization / Kaisa M. Miettinen. – Boston: Kluwer Academic Publishers, 1999. – 298 p.
12. Егупов Ю. А. Выбор эффективного решения многокритериальной задачи формирования производственного плана предприятия / Ю. А. Егупов // Економіст. – 2008. – № 11. – С. 76–80.
13. Егупов Ю. А. Таксономічний аналіз як інструмент інтерактивної оптимізації виробничої програми м'ясопереробного підприємства / Ю. А. Егупов // Вісник Запорізького національного університету. – 2011. – № 4. – С. 113–118.
14. Liu G. P. Multiobjective Optimization and Control / G. P. Liu, J. B. Yang, J. F. Whidborne. – Baldock, Hertfordshire, England: Research studies press LTD, 2001. – 320 p.

Прийнято до друку 27.04.2012