

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

*Розглянуто основні детермінанти й склад основних учасників інтерактивних оптимізаційних процедур. Досліджено існуючі класифікації методів багатокритеріальної оптимізації. Розроблена систематизація 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 were considered. The classifications of methods of the multiobjective optimization were examined. The systematization of the methods of implementation of the multipurpose approach to the optimization tasks' solution was developed. The sphere of application of the latter depending on the composition, competence and level of mathematical grounding of the main participants of the interactive optimization procedure was grounded.*

**Постановка проблеми.** 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 слід 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 останніх досліджень і публікацій.** Фундаментальні основи теорії оптимального планування закладені в роботах Дж.Данціґа, Л.В.Канторовича, Т.І.Кумпанса, В.В.Новожилова та ін. Глибокі дослідження проблеми багатоцільової оптимізації представлені 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.Максішко, В.С.Михалевич, В.О.Перепелиця, І.В.Сергієнко, Ю.Ю.Червань та ін. Фундаментальні дослідження інтерактивних процедур прийняття рішень представлені в роботах відомих російських вчених О.І.Ларічева і О.В.Лотова.

Однак, незважаючи на значні результати, отримані в даній галузі науки вітчизняними та 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 в контексті здійснення інтерактивної процедури оптимізації ВП підприємства.

**Мета статті.** 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.** 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.

Основні детермінанти і склад учасників інтерактивної процедури оптимізації виробничої програми підприємства нами визначено в роботі [1, с.65-70]. Повний склад учасників процесу формування ОВП, на нашу думку, 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 (ОФІП), 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 являє собою чітко структуровану процедуру, побудовану на активній взаємодії її трьох основних суб'єктів, що 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 нашу думку, 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 одержуваних на їх основі оцінок.

В роботі [4] нами обгрунтовано доцільність використання для рішення даного завдання багатомірних статистичних методів. 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 наш погляд, не може розглядатися в якості окремого способу реалізації багатоцільового підходу. Даний 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 нашу думку, 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.

Що стосується методів четвертого класу - аксіоматичних методів, то в даній роботі В.В.Царьов обмежився тільки їх загальною характеристикою. Зокрема, автор зазначає, 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 наше переконання, має суттєві недоліки, оскільки в ній використані різні групувальні ознаки. Так, в основі віднесення методів до одного з перших двох класів лежить ознака, що формулюється наступним чином: «Чи передбачає цей метод використання додаткової інформації?». Оскільки на дане 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.

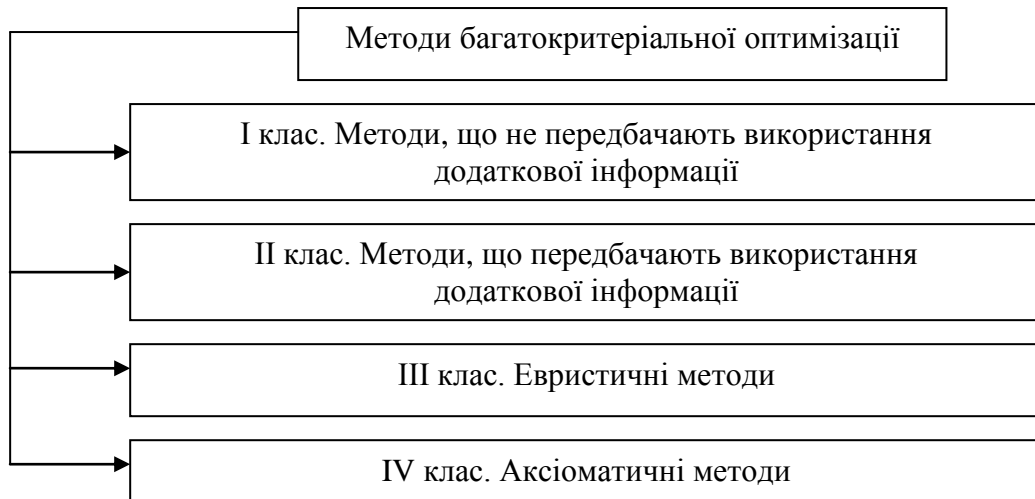


Рис. 1. Класифікація методів багатокритеріальної оптимізації В.В.Царьова

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

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

В роботі [8] Р.Розенталем (Rosental R.E) запропонована класифікація, що включає 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 недомінуючих рішень в 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 ОПР; «саме на основі врахування переваг ОПР знаходиться те єдине Парето-оптимальне рішення, яке вважається результатом процесу вибору» [9, с. 78].

Звідси в основу виділення способів реалізації БЦП до вирішення оптимізаційних задач на базі методів векторної оптимізації, на нашу думку, повинна бути покладена

класифікація останніх залежно від ролі ОПР в 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 ОПР в процесі прийняття рішень не використовується. Звідси дані класифікації не можуть служити основою для виділення способів реалізації БЦП до вирішення оптимізаційних задач.

Найбільш повні угруповання методів БКО в залежності від ролі ОПР в процесі прийняття рішень представлені в роботах О.В.Лотова [9] і С.Л.Хванга (Hwang CL) [10] (табл. 1).

Таблиця 1

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

Класифікація О.В.Лотова [9]	Класифікація С.Л.Хванга [10]
1. Методи БКО без участі ОПР	1. Методи, які не використовують інформацію про переваги ОПР
2. Методи, які використовують переваги ОПР при побудові правила вибору єдиного або невеликого числа Парето-оптимальних рішень	2. Методи, які використовують інформацію про переваги ОПР після отримання рішень, тобто апостеріорі (методи a posteriori)
3. Інтерактивні (ітеративні) процедури розв'язання задачі за участю ОПР	3. Методи, які використовують інформацію про переваги ОПР до отримання рішень, тобто апіорі (методи a priori)
4. Методи, засновані на інформуванні ОПР про паретовий кордон з подальшою вказівкою ОПР тієї критеріальної точки, за якою знаходять найвдаліше рішення	4. Методи, що враховують переваги ОПР 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 в рамках інтерактивної процедури ми пропонуємо використовувати комбінацію класифікацій С.Л.Хванга і О.В.Лотова.

Методи 1-ї групи зазначених класифікацій співпадають буквально. Так як і співпадають групи інтерактивних методів, що відносяться в розглянутих класифікаціях відповідно до методів 3-ї і 4-ї групи. Методи апостеріорі і апіорі (2 і 3-ї групи класифікації С.Л.Хванга) по суті конкретизують роль ЛПР при побудові правила вибору найбільш кращого рішення. Звідси 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 апіорі 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 включає 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.

В сукупність методів здійснення оптимізаційних розрахунків, що формує ЛПР на першому етапі, слід 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 строго визначив би властивості найкращого рішення і відповідав би на питання, в якому сенсі останнє перевершує всі інші рішення. В якості такого принципу в роботі [12] нами пропонується використовувати широко застосовуваний в теорії багатовимірного статистичного аналізу принцип максимального наближення до ідеального об'єкту. У нашому 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 слід особливо виділити 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 нами детально розглянуті в роботах [12; 13].

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 незначно 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 Джофрїона-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, на наш погляд, представлений в роботі К.М.Міттенен [11], в якій автором розглянуто понад півтора десятка методів, що включають метод Джоффіона-Дайера-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  $i+1$ -му кроці нового обмеження на непогіршення екстремального значення критерію, отриманого на попередньому  $i$ -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  $i+1$ -му кроці ОПР задає величину відходу від максимуму цільової функції, отриманого на  $i$ -му кроці, або, так звану, поступку по  $i$ -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].

Значного прискорення процедури покрокового наближення до найкращого рішення можна досягти 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 слід збільшити до певного рівня, 3) критерії, значення яких задовольняють ОПР; 4) критерії, значення яких на думку ОПР слід зменшити до певного рівня, 5) критерії, напрями зміни значень яких для ОПР байдуже.

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

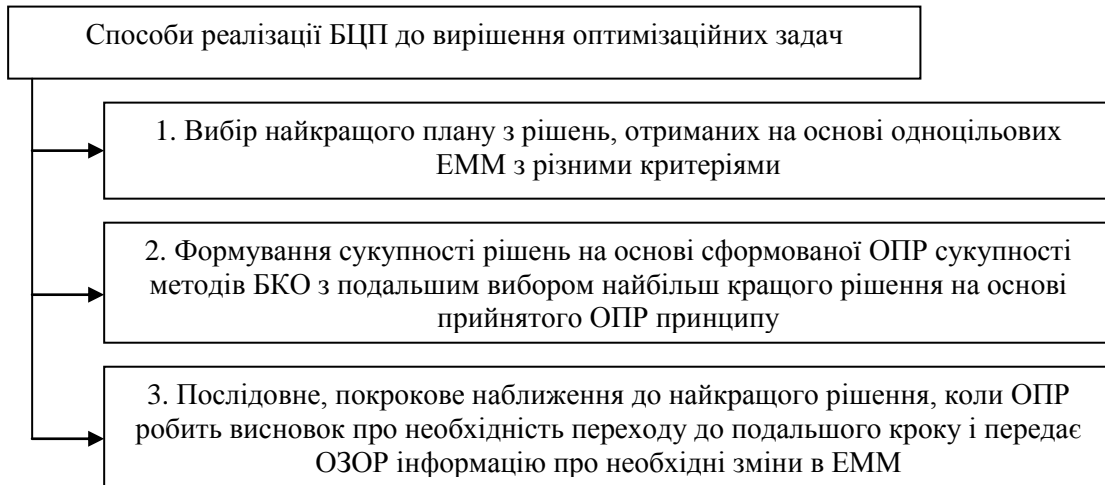


Рис. 2. Способи реалізації МЦП до вирішення оптимізаційних задач

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 (див. 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 відповідних їм критеріїв 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	-	-	+



Як ми бачимо (табл. 2), для застосування першого способу досить виконання тільки однієї - 2-ї умови; використання другого способу визначається наявністю 1-ї, 2-ї та 3-ї умов, а третього способу - обов'язковим є виконання умов 1,4 і 5.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Використання розробленої систематизації способів реалізації БЦП до вирішення оптимізаційних завдань та 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 наші розробки в даному напрямку будуть пов'язані з дослідженням особливостей взаємодії основних суб'єктів інтерактивної процедури оптимізації виробничого плану в розрізі окремих способів реалізації БЦП.

#### Література

1. Егупов Ю.А. Интерактивная процедура формирования оптимальной производственной программы мясоперерабатывающего предприятия /Ю.А.Егупов// Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. №4. Том 3. Хмельницький, 2010. – с. 65-70.
2. Рассел Л. Акофф. Планирование будущего корпорации: Пер. с англ. – М.: Сирин, 2002 – 256 с.
3. Царев В.В. Внутрифирменное планирование. – СПб.: Питер, 2002. – 496 с: ил. – (Серия «Учебники для вузов»)
4. Єгупов Ю.А. Обґрунтування методу порівняльної оцінки варіантів одноцільової оптимізації виробничої програми підприємства /Ю.А.Єгупов// Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. №4. Том 1. Хмельницький, 2008. – с. 131-134.
5. Батищев Д.И., Шапошников Д.Е. Многокритериальный выбор с учетом индивидуальных предпочтений /ИПН РАН. Нижний Новгород, 1994. – 92 с.
6. Элитариум. Эвристический метод принятия управленческих решений [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://www.elitarium.ru/2011/07/01/jevristicalskijj\\_metod\\_reshenijj.html](http://www.elitarium.ru/2011/07/01/jevristicalskijj_metod_reshenijj.html). Назва з екрану.
7. Режим доступа: <http://vm.msun.ru/Gloss/Ag.htm> Назва з екрану.
8. Rosental R.E. Principles of Multiobjective Optimization? Decision Sciences 16, №2. – 1985. – с.133-152.
9. Лотов А.В., Поспелова И.И. Многокритериальные задачи принятия решений: Учебное пособие. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 197 с.
10. Hwang, C. L., Paidy, S. R. & Yoon, K. Mathematical programming with multiple objectives: A tutorial. Computers & Operations Research, 1980, №7. – с. 5-31.
11. Kaisa M.Miettinen/ Nonlinear Multiobjective Optimization //Kluwer AcademicPublishers, Boston, 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. Єгупов Ю.А. Таксономічний аналіз як інструмент інтерактивної оптимізації виробничої програми м'ясопереробного підприємства /Ю.А.Єгупов// Вісник Запорізького національного університету: Збірник наукових праць. Економічні науки. - №4, 2011. – с.113-118.
14. Multiobjective Optimization and Control / G.P.Liu, J.B.Yang, J.F. Whidborne / Research

studies press LTD. Baldock, Hertfordshire, England. 2001/ - 320 p.