

## ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДУ ПОРІВНЯЛЬНОЇ ОЦІНКИ ВАРІАНТІВ ОДНОЦІЛЬОВОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ПІДПРИЄМСТВА

*Представлений критичний аналіз існуючих методів порівняльної оцінки варіантів одноцільової оптимізації виробничої програми промислового підприємства. Обґрунтована необхідність використання для вирішення даної задачі багатовимірних статистичних методів. На прикладі одного з підприємств м. Одеси розглянуто можливості методу таксономічного аналізу в контексті обґрунтування варіанту оптимального виробничого плану.*

**Постановка проблеми.** Найважливішим інструментом формування виробничої програми промислового підприємства є економіко-математичне моделювання (ЕММ) оптимального плану виробництва. Оптимізаційні розрахунки, здійснювані в процесі маркетингового і ресурсного обґрунтування виробничої програми, відносяться до найдієвіших напрямів забезпечення реальності тактичних планів підприємства.

На сьогоднішній день для підвищення стійкості ринкових позицій промислове підприємство на кожному етапі свого розвитку повинне реалізовувати не одну (хай навіть дуже важливу), а безліч різних по своїй природі задач. Звідси багатоцільова економічна постановка і адекватна їй математична формалізація більш повно відповідає сутності оптимізаційних задач, вирішуваних в процесі розробки поточних і перспективних планів підприємства.

Проте, як показали проведені нами дослідження, широкому застосуванню методів багатоцільової оптимізації перешкоджає наявність цілого ряду проблем методологічного і методичного характеру, а також недостатнє опрацювання прикладних аспектів оптимального планування на промислових підприємствах.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Теоретичним аспектам економіко-математичного моделювання оптимальної виробничої програми присвячена безліч наукових публікацій, серед яких слід особливо виділити роботи таких відомих вітчизняних і зарубіжних вчених, як А.Г. Гранберг, Дж. Данциг, Л.В. Канторович, Т.І. Кумпанс, В.В. Новожилов, О.О. Орлов і ін. Особливий внесок в розвиток багатоцільових методів оптимізації в різний час внесли В.І. Борисов, Л.І. Ларічев, В.В. Подиновський, І.М. Соболев, В.В. Царьов і ін. Останні результати досліджень ряду авторів по даній проблемі представлені в науковій монографії В.В. Подиновського і В.Д. Ногіна [1]. Проте, не дивлячись на динамічний розвиток теорії багатоцільової оптимізації, до теперішнього часу залишається невирішеним цілий ряд найважливіших проблем. Серед них особливе місце займає проблема, пов'язана з реалізацією одного з підходів до багатоцільової оптимізації виробничої програми промислового підприємства, заснованого на виборі найкращого плану з рішень, отриманих на основі одноцільових ЕММ з різними критеріями.

**Мета статті.** Метою статті є дослідження існуючих підходів і розробка рекомендацій по вдосконаленню методів порівняльного аналізу оптимальних рішень, отриманих на основі одноцільових ЕММ.

**Виклад основного матеріалу.** До теперішнього часу в науковій літературі склалися безліч підходів до багатоцільової оптимізації. Їх систематизація дозволила відомому російському вченому В.Царьову виділити три принципові підходи до рішення багатоцільових оптимізаційних задач (які автор розглядає як

форми прояву багатоцільового підходу) [2,с.158-159]:

1) отримання безлічі варіантів рішення оптимізаційної задачі в результаті використання одноцільових моделей з різними критеріями з подальшим вибором найкращого рішення;

2) побудова багатоцільової економіко-математичної моделі (ЕММ) задачі, вибір абсолютно домінуючого критерію, здійснення оптимізаційних розрахунків по даному критерію на основі методів одноцільової оптимізації;

3) побудова багатоцільової ЕММ задачі і пошук найкращого рішення на основі методів багатоцільової (векторної) оптимізації.

Із розглянутих підходів тільки третій повною мірою реалізує всі принципи багатоцільової оптимізації і дозволяє врахувати синергетичний ефект. Проте його застосування дозволяє отримати не оптимальне, а так зване, ефективне (Парето-оптимальне) рішення, «яке тільки намагається врахувати всі приватні цільові функції, але, як правило, не співпадає з їх оптимальними рішеннями» [3,с.368].

Слід зазначити, що віднесення В.В. Царьовим другого підходу до апарату багатоцільової оптимізації, на наш погляд, нічим не обґрунтовано, оскільки всі розрахунки здійснюються тільки по одній одноцільовій економіко-математичній моделі.

Перший підхід, на нашу думку, знаходиться на стику методів одно- і багатоцільової оптимізації; його використання виключає можливість обліку синергетичного ефекту. Привабливість же даного підходу полягає в тому, що, по-перше, він забезпечує отримання оптимального рішення як мінімум по одному з включених в ЕММ критеріїв. По-друге, при його використанні не виникають проблеми, властиві методам векторної оптимізації.

Найважливішою складовою частиною даного підходу є процедура вибору найкращого плану з ряду оптимальних рішень, отриманих на основі одноцільових моделей. Алгоритм рішення вказаної задачі включає три етапи. На першому етапі здійснюється одноцільова оптимізація на основі економіко-математичних моделей з різними критеріями. На другому етапі по кожному варіанту оптимального рішення розраховуються числові значення всіх цільових функцій. На третьому етапі проводиться порівняльний аналіз отриманих на попередньому етапі характеристик, за наслідками якого здійснюється вибір якнайкращого варіанту рішення.

В роботі В.В. Царьова [2,с.293-301] розглянуто цілий ряд математичних методів, які дозволяють здійснити порівняльну оцінку оптимальних планів, отриманих на основі одноцільових ЕММ, включаючи методи: рівномірної оптимізації, справедливого компромісу, сумарного відхилення від ідеальної крапки, суми перших місць, критичного обсягу продажів (точки безбитковості виробництва). Для використання вказаних методів здійснюється попередня процедура нормалізації числових значень цільових функцій [2,с.295].

Проведений нами аналіз виявив принципові недоліки вказаних методів, наявність яких істотно знижує коректність оцінок, що отримують на їх основі. Так, початковою передумовою застосування **методів рівномірної оптимізації і сумарного відхилення від ідеальної крапки** є рівнозначність всіх підлягаючих оцінці критеріїв. В реальній же дійсності всі цільові установки, що враховуються в ЕММ, як правило мають різні пріоритети, а відповідні їм критерії відрізняються по рівню важливості для конкретного підприємства. Ці відмінності повинні знаходити своє відображення у вагових коефіцієнтах при числових значеннях цільових функцій (приведених до єдиної розмірності). Відзначений недолік значно звужує сферу практичного використання вказаних методів.

Відповідно до **методу справедливого компромісу** кращий варіант визначається по максимальному добутку нормалізованих значень цільових функцій. Проте оцінки, отримані на основі даного методу, не

можна вважати коректними, а висновки обґрунтованими. Так, велика вірогідність того, що кожний з варіантів може мати мінімальне значення однієї цільової функції і, як наслідок, має нульові оцінки. Варіант, що містить мінімальне значення хоча б однієї цільової функції, матиме нульову оцінку навіть в тому випадку, якщо значення решти цільових функцій будуть максимальними.

При використанні **методу суми перших місць** кращий варіант рішення визначається по найбільшій сумі перших місць, а у разі рівності вказаної суми для кожного варіанту – по найбільшій сумі других місць і т.п. Основний недолік даного методу полягає в тому, що в його основі лежить примітивний принцип ранжирування варіантів, при якому враховуються тільки їх місця, тобто ті ж ранги, а самі нормалізовані числові значення цільових функцій в увагу не приймаються. В результаті, далеко не завжди вдається отримати коректні оцінки і зробити обґрунтовані висновки.

**Метод критичного обсягу продажів** ґрунтується на розрахунку для кожного варіанту оптимального плану точки беззбитковості виробництва в натуральному виразі. Кращий варіант визначається по найменшому значенню даного показника. Розрахунок критичного обсягу продажів припускає наявність інформації про величину умовно-постійних витрат підприємства в плановому періоді. Оскільки ж сума останніх визначається на завершальній стадії розробки поточного тактичного плану, даний метод не можна застосовувати для здійснення оптимізаційних розрахунків на початкових етапах формування виробничої програми підприємства. Це, у свою чергу, істотно знижує дієвість даного інструменту обґрунтування виробничого плану.

Для отримання коректних порівняльних оцінок варіантів оптимізації виробничої програми підприємства і обґрунтованого вибору найкращого оптимального рішення, на наш погляд, необхідно використовувати **багатовимірні статистичні методи**. В даний час апарат багатовимірної аналізу має в своєму розпорядженні великий арсенал сучасних методів, що дозволяють проводити коректне порівняння багатовимірних об'єктів, включаючи методи кластерного, дискримінаційного, факторного і таксономічного аналізу. Серед вказаних методів в контексті рішення даної проблеми, на нашу думку, слід особливо виділити метод таксономічного аналізу, який відрізняє простота математичного апарату, відсутність яких-небудь вимог до сукупності досліджуваних об'єктів, більш зручний масштаб отриманих оцінок, що полегшують ранжирування об'єктів. Алгоритм таксономічного аналізу детально розглянутий в роботах В. Плюти [4,с.88-92; 5,с.10-23], А.Г. Янкового [6,с.55-77].

Даний метод заснований на розрахунку таксономічного показника, що відображає ступінь наближення кожного окремого об'єкту до еталона. В нашому випадку вказаний показник характеризуватиме ступінь наближення кожного варіанту оптимального плану до еталонного (ідеального) варіанту, що має максимальні значення цільових функцій (розраховані на основі одноцільових моделей).

Розглянемо можливості вказаних методів на прикладі оптимізації поточного виробничого плану (ПВП) одного з машинобудівних підприємств р. Одеси. Як внутрішні обмеження ЕММ оптимального ПВП, що розробляється на рік або квартал, на даному підприємстві виступає потужність підрозділів основного виробництва. Оскільки дані розрахунки здійснюються на початковому етапі формування номенклатурного плану, зовнішні обмеження по випуску окремих видів продукції вводити недоцільно [7,с.91].

До складу цільових функцій нашої задачі увійдуть: максимізація прибутку від реалізації продукції, максимізація завантаження металоріжучого устаткування, максимізація обсягу реалізованої продукції, а також максимізація частки підприємства на цільовому ринку, що запропонована в роботах [2,с.291; 8,с.207].

За допомогою надбудови «Пошук рішення» електронних таблиць MS Excel були виконані оптимізаційні розрахунки по кожному з чотирьох критеріїв, результати яких представлені в табл. 1. По кожному з варіантів проведемо розрахунки чисельних значень цільових функцій, результати яких

відображені в табл. 2.

Таблиця 1

Оптимальні обсяги випуску продукції по чотирьох варіантах оптимізації ПВП

Номер варіанту рішення	Вид цільових функцій	Оптимальні об'єми випуску продукції, шт.			
		А	Б	В	Г
1	Максимум прибутку від реалізації продукції	121	7	1	0
2	Максимум завантаження устаткування	8	36	53	12
3	Максимум обсягу реалізованої продукції	102	0	19	13
4	Максимум ринкової частки підприємства	2	0	53	88

Таблиця 2

Значення цільових функцій по чотирьох варіантах оптимізації ПВП\*

Номер варіанту рішення	Числові значення цільових функцій			
	max валового прибутку від РП	max завантаження устаткування	max обсягу реалізації продукції	max ринкової частки підприємства
1	<b>83279</b>	9835	273118	2,047
2	46595	<b>11430</b>	179214	1,809
3	80633	10949	<b>288200</b>	2,190
4	47057	11242	224370	<b>2,313</b>

\*Жирним курсивом виділені максимальні значення кожної цільової функції.

В таксономічному аналізі, на відміну від розглянутих вище методів, приведення числових значень цільових функцій до одного безрозмірного вигляду здійснюється шляхом їх *стандартизації*. Для цього використовується формула:

$$Z_{ij} = (X_{ij} - \bar{X}_j) / \sigma_j \quad (1)$$

де  $Z_{ij}$  і  $X_{ij}$  відповідно стандартизоване і фактичне числове значення  $j$ -ої цільової функції по  $i$ -му варіанту оптимального плану;  $\bar{X}_j$  - середньоарифметичне значення  $j$ -ої цільової функції;  $\sigma_j$  - середньоквадратичне відхилення числових значень  $j$ -ої цільової функції.

Матриця стандартизованих значень цільових функцій, що розраховані на основі даних табл. 2, має наступний вигляд:

$$\begin{cases} 1,0737 & -1,6642 & 0,7438 & -0,2286 \\ -1,0117 & 0,9154 & -1,4463 & -1,4975 \\ 0,9234 & 0,1375 & 1,0956 & 0,5349 \\ -0,9854 & 0,6113 & -0,3931 & 1,1912 \end{cases} \quad (2)$$

Відстань кожного варіанту оптимального рішення від еталонного ( $C_{i0}$ ) визначається за формулою:

$$C_{i0} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (Z_{ij} - Z_{0j})^2 \lambda_j} \quad (3)$$

де  $Z_{0j}$  - максимальне значення  $j$ -ої цільової функції;  $\lambda_j$  - ваговий коефіцієнт  $j$ -го критерію.

Визначення вагових коефіцієнтів критеріїв оптимальності (цільових функцій) є самостійною і досить таки складною задачею, яка на сьогоднішній день частіше за все розв'язується на основі експертних оцінок. В нашому випадку значення вказаних коефіцієнтів складуть: для першого критерію 0,6; для другого – 0,1; для третього – 0,1 і для четвертого – 0,2. Розраховані по формулі (3) відстані відображені в табл. 3.

Далі на основі відомих формул визначаються середня арифметична відстань від еталонного об'єкту ( $\bar{C}_0$ ) і середньоквадратичне відхилення цих відстаней (S), величина яких в нашому випадку відповідно склала 1,319 і 0,664. Таксономічний показник для кожного варіанту оптимального плану розраховується за формулою:

$$d_i = 1 - \frac{C_{i0}}{\bar{C}_0 + 2S} \quad (4)$$

Результати розрахунків таксономічного показника і ранжирування варіантів оптимального плану представлені в табл. 3.

Таблиця 3

Результати ранжирування варіантів ПВП на основі таксономічного аналізу

Номер варіанту рішення	Відстані від еталонного плану ( $C_{i0}$ )	Значення таксономічного показника ( $d_i$ )	Ранг варіанту оптимального рішення
1	1,0397	0,6071	2
2	2,1683	0,1807	4
3	0,4003	0,8487	1
4	1,6658	0,3706	3

Щонайвище значення таксономічного показника має третій варіант оптимального ПВП, відповідно він і визнаний найкращим. На 2-му місці знаходиться перший варіант, на 3-му – четвертий і на останньому 4-му місці - другий. Найбільшу цінність, на наш погляд, представляють не стільки самі ранги, скільки числові значення таксономічного показника. Так, з урахуванням пріоритету цільових установок до практичної реалізації може бути рекомендований не 3-й, а 1-й варіант, який також має достатньо високе значення таксономічного показника (0,607), не дивлячись на те, що його ранг рівний 2.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Традиційні методи аналізу результатів одноцільової оптимізації виробничої програми підприємства мають цілий ряд недоліків, наявність яких істотно знижує коректність оцінок, що одержуються на їх основі. Використання методу таксономії в рішенні даної задачі дозволяє значно підвищити обґрунтованість вибору варіанту оптимального плану виробництва. Перспективи подальших досліджень пов'язані з розвитком підходу до багатовимірного аналізу оптимальних рішень, заснованого на поєднанні класичного і модифікованого методів таксономічного аналізу.

#### Література

1. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач: Монография. – М.: Физмат лит, 2007. – 255 с.
2. Царьов В.В. Внутрішньофірмове планування. – СПб.: Пітер, 2002. – 496 с.
3. Таха, Хемді, А. Введення в дослідження операцій, 6-е видання: Пер. з англ.- М.: Видавничий будинок «Вільямс», 2001. – 912 с.
4. Плюта В. Порівняльний багатовимірний аналіз в економічному моделюванні. Пер. з польск. – М.: Фінанси і статистика, 1989. – 175 с.
5. Плюта В. Порівняльний багатовимірний аналіз в економічних дослідженнях. Пер. з польск. – М.: Статистика, 1980. – 151 с.
6. Янковий О.Г. Багатовимірний аналіз в системі STATISTICA. Вип.. 1. – Одеса: Оптимум, 2001. – 216 с.
7. Єгупов Ю.А. Моделювання оптимальної виробничої програми промислового підприємства//Вісник соціально-економічних досліджень. Збірник наукових праць. Вип. 31/Одес. держ. екон. ун-т. - Одеса: ОДЕУ, 2008.-478 с.
8. Гугалюк А.Ф., Сенішин О.С. Моделювання процесу розробки оптимальної виробничої програми//Актуальні проблеми економіки. – 2006. – №9. – с.204-213.

