

МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗКУ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ МЕХАНІЗМІВ ФІНАНСОВОЇ ПІДТРИМКИ СУБ'ЄКТІВ ЗОВНІШНЬОЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Досліджено сучасні аспекти моделювання фінансової підтримки суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності. Проведено порівняльну характеристику методів оптимізації. Розроблено рекомендації щодо їх використання.

Ключові слова: фінансова підтримка суб'єктів ЗЕД, задачі оптимізації, порівняльна характеристика.

Gluschenko M. THE METHODS OF FINANCIAL SUPPORT MECHANISMS OF EXTERNAL RELATIONS ENTITIES MULTICRITERIAL TASK SOLUTION

The modern aspects of financial support of external relations entities modeling are obtained. The optimization methods comparative characteristic is proposed. The recommendations of its realization are suggested.

Key words: the financial support of the external relations entities, the optimization tasks, comparative characteristic.

Постановка проблеми. В умовах глобалізації економіки, коли посилюється роль комунікації, інформації та інновацій, незаперечним фактом є те, що зовнішньоекономічна діяльність суб'єктів господарювання вимагає постійного вдосконалення, а також диверсифікації і диференціації форм її фінансової підтримки. Передусім, на теоретичному рівні дослідження, проблема полягає у відсутності ефективних економіко-математичних моделей оптимізації їх механізмів. Їх побудова є відправною позицією для удосконалення існуючих і формування нових механізмів фінансової підтримки суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності.

Аналіз опублікованих праць. Вітчизняними і зарубіжними науковцями приділено досить багато

уваги проблемам розвитку зовнішньоекономічної діяльності [1–8], проте критичний аналіз наукової літератури показав, що питанням фінансової підтримки суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності приділено мало уваги.

Виклад основного матеріалу. Удосконалення будь-яких процесів або явищ завжди базується на ідентифікуванні критеріїв, які їх характеризують, що є передумовою адекватності формування шляхів забезпечення оптимізації досліджуваних процесів або явищ. У *табл. 1* наведено порівняльну характеристику методів оптимізації механізмів фінансової підтримки суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності, які базуються на різних критеріях.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика методів оптимізації

Назви методів	Недоліки	Переваги
Формування багатокритеріального компромісу на основі отримання оптимальних за Паретто розв'язків	Важко встановити рівень важливості досліджуваних параметрів. Для цього використовують опитування експертів, тому результат використання цього методу може залежати від їх суб'єктивних переконань	Застосування методу на практиці є найбільш простим у порівнянні з іншими методами багатокритеріальної оптимізації
Об'єднання декількох критеріїв в один скалярний параметр із одночасним зменшенням ваги всіх інших критеріїв	Пошук оптимального розв'язку ускладнюється тим, що невідомо, які критерії яким чином впливають на досягнення оптимального компромісу. Крім того, важко встановити способи зважування критеріїв у скалярному параметрі. Важко встановити рівень зменшення ваги інших критеріїв	Може застосовуватись для розв'язку задач, у яких необхідно дослідити вплив окремої групи критеріїв на результуючий параметр
Метод зважених сум (об'єднання кількох досліджуваних критеріїв без зменшення ваги інших)	Результат застосування методу не обов'язково буде оптимальним. Крім того, важко встановити зважені коефіцієнти, на основі яких об'єднуюватимуться всі критерії	Цей метод може використовуватись для вирішення задач, у яких кілька критеріїв наділені однаковою важливістю
Синтезований метод «точок Паретто» і методу зважених сум	Використовується метод експертних оцінок, що вносить суб'єктивний аспект у розв'язок багатокритеріальної задачі	Результатом методу завжди буде «точка Паретто», найбільш оптимальна за певних умов
Заборона абсолютно неприйняттого варіанта	Може застосовуватись тільки за умови граничної невідповідності одного з критеріїв необхідним вимогам	Дає можливість максимізувати результат з головним критерієм
Метод, що ґрунтується на функції відстані досліджуваного параметра від ідеального значення	Може використовуватись тільки тоді, коли відомим є ідеальний варіант результату оптимізації. Важкість при визначенні зважених коефіцієнтів для відхилень фактичних значень критеріїв від їх ідеальних значень	Дозволяє за максимально наблизити значення критеріїв до їхніх ідеальних значень

Назви методів	Недоліки	Переваги
Метод послідовних поступок	Існує проблема при ранжируванні важливості кожного критерію, а також визначення рівня поступки для них	Дає можливість проаналізувати залежність між значеннями поступок і рівня наближеності отриманого результату до оптимального. Це значно спрощує розв'язок задачі
Системна оптимізація	Метод реалізується через експертне опитування, результати якого перевіряються комп'ютером. Це вносить суб'єктивний аспект у розв'язок багатокритеріальних задач. Мало того, розв'язок так можна і не знайти, якщо експерти не зможуть обрати значення параметрів, що відповідатимуть необхідній області оптимальних значень	Орієнтується на пошук не максимальних значень, а оптимальних, що значно збільшує ймовірність успішного вирішення задачі

Примітка. Побудовано автором.

Оптимізація механізмів фінансової підтримки, які характеризуються двома критеріями, найкращі значення яких є полярними, передбачає формування багатокритеріальних компромісів, серед яких найбільш поширеними є оптимальні розв'язки в значенні Парето. Визначення цих розв'язків базується на такому припущенні. Розв'язок багатокритеріальної задачі $X' \in L$ – оптимальний за Парето тоді, коли не існує жодної точки, за якої:

$$f_i(X) < f_j(X'), j = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

де n – кількість компонентів функції оптимізації; L – область допустимих значень X .

Важливою умовою розв'язків Парето є те, що хоча б при одному критерію рівність буде строгою. Якщо така точка X існує, тоді вона стає новим критерієм. Під критерієм можна розуміти точку, в якій неможливим є поліпшення будь-якого критерія без порушення інших. Ідеться про такі критерії, як рівень ризику реалізації тієї чи іншої фінансової операції у сфері зовнішньоекономічної діяльності, рівень витрат, пов'язаних з виконанням цих операцій, рівень очікуваного економічного ефекту тощо.

Таким чином, проаналізувавши оптимальність за Парето, припускаємо, що такий розв'язок є досить простим. Важливою обставиною є те, що розв'язків задачі оптимізації механізмів фінансової підтримки суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності може бути кілька і вони всі є однаково оптимальними. Тому що більше точок, то більш складною є задача, оскільки всі вони з формальних позицій є однаково важливими.

У таких випадках здійснити вибір доручають експертам (фахівцям консалтингових компаній, які обслуговують суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності, службовців органів державного управління зовнішньоекономічною діяльністю, керівників організацій, які здійснюють експортно-імпорتنі операції тощо), хоча він і буде суб'єктивним. Для отримання якнайбільш оптимальних результатів використовують спеціальні діалогові системи «людина – комп'ютер». Система допитує експерта про способи розв'язання задачі оптимізування певного механізму фінансової підтримки конкретного суб'єкта зовнішньоекономічної діяльності, вказуючи різні значення критеріїв. Залежно від гнучкості таких систем та досвідченості

й обізнаності експертів, можна отримати достатньо об'єктивні результати, які на практиці можуть бути близькими до оптимальних значень.

Проведені дослідження показали, що інколи багатокритеріальні задачі намагаються перетворити таким чином, щоб різні критерії було зведено до скалярного. Така трансформація вимагає застосування способів об'єднання критеріїв. Тоді задача оптимізації механізмів фінансової підтримки суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності значно спрощується, якщо один з критеріїв помітно вирізняється за своєю значущістю. Виділивши один критерій, обмежуємо значимість всіх інших $n - 1$ критеріїв максимально допустимими значеннями $f_j = f_{j \max}, j = 2, \dots, n$ і отримуємо однокритеріальну задачу оптимізації з $n - 1$ обмеженнями:

$$\begin{aligned} \min f_1(X), X \in L \\ f_j(X) \leq f_{j \max}. \end{aligned} \quad (2)$$

За цього підходу виникає проблема визначення $f_{j \max}$. Вирішення її неможливо здійснити об'єктивним чином. Вибір обмежувальних критеріїв, що не оптимізуються, може несприятливим чином вплинути на результат. Тому подібні задачі розв'язують кілька разів, роблячи поступки за певними другорядними критеріями (наприклад, поступаємось рівнем ризиковості на користь очікуваного рівня економії від використання певного варіанта фінансової підтримки суб'єкта зовнішньоекономічної діяльності) і визначаючи, чи одержаний результат є прийнятним.

За умови, коли важко обрати найважливіший критерій, тобто коли кілька критеріїв рівнозначно важливі, доцільним є їх об'єднання. Цей метод називають методом зважених сум. Тоді функцію оптимізації можна подати записати так:

$$f(X) = \sum_{j=1}^n \omega_j f_j(X), \quad (3)$$

де ω_j – ваговий коефіцієнт j -го критерію.

Вагові коефіцієнти є ступенями корисності, або вагою критеріїв. У наукових колах їх вибір викликає певні суперечки, оскільки ґрунтується на опитуванні експертів. Проблема визначення вагових коефіцієнтів значно спрощується, коли їм можна присвоїти певне економічне або фізичне значення. Так, якщо одним із критеріїв є втрата суб'єктом зовнішньоекономічної діяльності продукції, що експортується або імпортується

ся, тоді під ваговим коефіцієнтом можна розглядати вартість одиниці втраченої продукції. Попри це, хоча метод експертного опитування надає достатньо близькі до оптимальних результати, все ж їх суб'єктивізм є особливо помітний при вирішенні деяких задач на оптимізацію. Більш досконалим у порівнянні з експертним методом є метод з використанням точок Парето. Проте інколи можливою є ситуація, коли кількість точок Парето є дуже великою, вони непорівнювані між собою, що унеможливує застосування математичного апарату і вимагає використання інтуїтивних суб'єктивних методів.

Розв'язання багатокритеріальної задачі може бути реалізоване шляхом визначення точок Парето та винесення їх на розгляд експертам. З цією метою доцільно скористатись зв'язками між розв'язками однокритеріальної задачі методом зважених сум або множиною точок Парето. Якщо вагові коефіцієнти відповідають таким виразам:

$$\omega_j \geq 0, \sum_{j=1}^n \omega_j = 1 \quad (4)$$

і деяким вимогам опуклості, то результатом оптимізації зваженого параметра завжди буде точка Парето. В такому разі, змінюючи вагові коефіцієнти і розв'язуючи однокритеріальні задачі оптимізації механізмів фінансової підтримки суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності, з кожним разом одержуватимемо нові точки Парето. Недоліками цього методу є складність перевірки умов опуклості. Проблематичним є також встановлення залежності між ваговими коефіцієнтами і точками Парето. Як наслідок, немає підстав вважати, що обираючи рівномірний розподіл коефіцієнтів, завжди отримуємо рівномірний розподіл точок Парето. Враховуючи те, що точок Парето може бути дуже мало, то цей метод для оптимізації механізмів фінансової підтримки суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності необхідно розглядати тільки як допоміжний.

Проведені дослідження показали, що розв'язання деяких задач може бути реалізоване шляхом вибору «заборони» або варіанта, який є повністю не прийнятним. Такий прийом використовується за умови граничної невідповідності одного з критеріїв потрібним вимогам і якщо значні переваги інших критеріїв не компенсують цього недоліку. Таку вимогу реалізують шляхом максимізації загального критерію $f(X) = f_1(X)f_2(X)\dots f_n(X)$, де найменші значення кожного критерію рівні нулю. Інколи застосовують критерій $f(X) = \max \omega_j f_j(X)$, який мінімізують. Метою такого прийому є «посилення найслабшої ланки» або спробою створити варіант, який немає жодного слабкого місця за будь-яким із критеріїв, які характеризують оптимальність механізмів фінансової підтримки суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності.

Інколи відомим є ідеальний варіант, до якого потрібно прагнути в процесі оптимізації [9]. Зокрема, таке можливо, коли деяке експериментальне фінансове рішення проектується на основі найсучаснішої технології. Тоді очевидним є те, що таке рішення має бути

якнайближчим до ідеальних характеристик. Так, якщо визначимо вектор ідеальних характеристик і функцію відстані між ним та вектором критеріїв нашого варіанта, то багатокритеріальна оптимізація перетвориться на однокритеріальну. Формалізований варіант цих висновків представимо у виразах:

$$\begin{aligned} F^{id} &= (f_1^{id}, f_2^{id}, \dots, f_n^{id}), \\ D &= f(F^{id}, F(X)), \\ F(X) &= (f_1(X), f_2(X), \dots, f_n(X)). \end{aligned} \quad (5)$$

Тоді однокритеріальну задачу оптимізації механізмів фінансової підтримки суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності запишемо так:

$$D = f(F^{id}, F(X)) \rightarrow \min. \quad (6)$$

Недоліки цього методу пов'язані з визначенням функції відстані. Зазвичай ця функція представляється так:

$$D = f(F^{id}, F(X)) = \sum_{j=1}^n \lambda_j (f_j^{id} - f_j(X))^2. \quad (7)$$

У цій функції виникають труднощі при визначення коефіцієнтів λ_j . Спостереження за процесом ухвалення рішення експертами показали, що рішення останніми ухвалюються послідовно. Спочатку вони аналізують найважливіший варіант, потім менш важливий і т. д.

Тому порівняння, для прикладу, двох варіантів X_1, X_2 можна здійснити на основі застосування лексикографічної задачі оптимізації. Згідно з нею X_1 буде кращим за X_2 за умови, коли:

$$\begin{aligned} f_1(X_1) &< f_2(X_2), \\ f_1(X_1) &= f_1(X_2). \end{aligned} \quad (8)$$

Особливістю лексикографічної задачі є те, що вона не має строгого ранжирування за важливістю, але визначення одного найбільш важливого критерію, зазвичай, не викликає сумнівів. Так, для прикладу, таким критерієм може бути собівартість – для продукції масового споживання, вага – для літальних апаратів і т. д. Тоді обмеження задачі оптимізації запишемо так:

$$\begin{aligned} f_M(X) &\rightarrow \min, \\ f_j(X) &\leq c_j, j = 1, 2, \dots, n. \end{aligned} \quad (9)$$

де $f_M(X)$ – найбільш важливий критерій.

Цей метод знайшов своє вдосконалення у методі послідовних поступок. Останній ґрунтується на тому, що кожному критерію, який характеризує механізм фінансової підтримки суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності, присвоюється номер, причому що менший цей номер, то важливішим є критерій. Для кожного критерію обирається величина поступки, під якою слід розуміти мінімально допустиме відхилення значення критерію від мінімуму. Застосування цього методу базується на послідовному розв'язанні таких задач оптимізації:

$$\begin{aligned}
 c_1 &= \min f_1(X), R_1 = \{X : X \in L, f(X) \leq c_1 + v_1\} X \in L; \\
 c_2 &= \min f_2(X), R_2 = \{X : X \in R_1, f(X) \leq c_2 + v_2\} X \in R_1; \\
 &\dots \\
 c_n &= \min f_n(X); \\
 X &\in R_{n-1},
 \end{aligned}
 \tag{10}$$

де v_j – поступка для j -го критерію; v_j – множина точок з поступками v_j .

Підбір поступок є складним процесом, тому це здійснюється паралельно із діалогом з експертами. Багаторазове розв’язання цієї задачі дає можливість побудувати графіки залежностей, наприклад $c_2 = c_2(v_1)$. Експерт здійснює вибір поступок на основі аналізування даних графіків. Тоді він зможе оцінити зміну значення одного параметра через зміну іншого. Такий діалог з експертами може бути представлений у такій формі – «як зміняться оптимальні критерії, якщо змінити такий критерій».

Орієнтуючись на раціональний спосіб мислення, оптимізація є способом екстремізації критеріїв оптимальності. Так, під головними параметрами розвитку розуміємо максимальне або мінімальне значення деякого критерію, а його екстремізація – вищим благом. Подібні процеси мають місце у господарській діяльності.

Сьогодні спостерігається тенденція до збільшення так званого інертного виробництва, результати якого не завжди відповідають необхідній кількості продукції, яка покликана задовольняти матеріальні потреби. Результатом цих трансформацій є відокремлення процесів розвитку соціальних та виробничих систем. На сьогодні не таким природним і очевидним розглядається поняття «у найкращий спосіб». Слідуючи цій тенденції, сьогодні економіко-математичні моделі часто орієнтовані на використання операторів \min , \max , проте це не завжди є виправданим.

Ідентифіковані проблеми слід вирішувати шляхом переоцінки цінностей. Раціональна стриманість розвитку та консерватизм мали би стати новими засадами визначення параметрів і критеріїв оптимізації механізмів фінансової підтримки суб’єктів зовнішньоекономічної діяльності. Лише таким чином можна усунути проблеми, які виникають через суперечності між системами і підсистемами.

Таким чином, вибір є необхідною умовою оптимізації життєдіяльності, проте найкращий вибір у принципі зробити неможливо, отже, неможливим є досягнення екстремальних значень найважливіших критеріїв без зміни всіх інших. З огляду на це потрібна нова концепція, відмінна від класичної.

В. Глушков [25] запропонував концепцію системної оптимізації, яка базується на припущенні про те, що будь-яка проблема є багатокритеріальною або векторною:

$$y_i = f_i(x), i = 1, 2, \dots, S, \tag{11}$$

де S – кількість критеріїв.

Головним завданням, яке необхідно вирішити при постановці задачі, є вибір у просторі критеріїв точки переваги, яку іноді називають цільовою точкою:

$$y' = (y'_1, y'_2, \dots, y'_S). \tag{12}$$

Положення цієї точки у просторі і є метою оптимізації.

Наступним етапом є пошук точки x , яка б визначала необхідні значення $f_i(x) = y'_i$.

Якщо така точка існує, то задача вважається розв’язаною. У протилежному варіанті потрібно в режимі реального часу перебирати всі точки переваги.

Цей процес і називається системною оптимізацією.

Формалізоване представлення традиційного і нетрадиційного підходів можна виразити так:

$$f(x) \rightarrow (\min / \max), x \in X;$$

$$f(x) \rightarrow S(y', d), d < 0, x \in X;$$

де X – безліч допустимих значень незалежних змінних.

На практиці системна оптимізація В. Глушкова реалізується шляхом вибору експертами необхідних значень критеріїв, а комп’ютер перевіряє, чи існує відповідна точка в області рішень.

Основні відмінності полягають у такому.

1. Завданням класичної оптимізації є обрати оптимальний варіант із простору незалежних змінних, а системна оптимізація обирає тільки з області значень критеріїв. Тому обидва типи оптимізації орієнтуються на різні області значень.

2. Системи, які підпорядковані класичному типу оптимізації, є гомеостатичними, або такими, що мають стійкість, яка забезпечена заданим критерієм. Натомість системи, підпорядковані системній оптимізації, є цілеспрямовані, мета їхнього функціонування визначається ззовні.

Таким чином, системна оптимізація механізмів фінансової підтримки суб’єктів зовнішньоекономічної діяльності ґрунтується на двох постулатах: всяка мета є кінцевою; все, що вимагається, потрібно в обмеженій кількості. З огляду на це оператори \min / \max не потрібні.

Наведемо приклад, який виражає відмінності між цими підходами. Коли суб’єкт зовнішньоекономічної діяльності хоче реалізувати встановлені цілі, він за класичною концепцією повинен для реалізації цієї цілі залучити якомога більше фінансових ресурсів, а за системною – фінансових ресурсів має бути залучено рівно стільки, скільки потрібно, і не більше.

Оптимізація не є єдиним способом пошуку оптимальних параметрів механізмів фінансової підтримки суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності. Так, якщо метою оптимізації є не пошук оптимальних критеріїв, а вибір оптимальної послідовності дій щодо їх досягнення, то необхідним є застосування дещо інших методів. Такий тип задач на пошук оптимального шляху вирішення деякої проблеми реалізований на основі таких методів, як транспортна задача, сітьове планування і т. д.

Висновки. Проведені дослідження дозволяють стверджувати, що багатокритеріальна задача оптимізації механізмів фінансової підтримки суб'єктів зов-

нішньоекономічної діяльності може розв'язуватись різними методами. Їх вибір залежить від встановленої цілі, тобто оптимізація може полягати в пошуку оптимальних критеріїв або у виборі оптимальної послідовності. Враховуючи так званий лавиноподібний характер кількісного розвитку механізмів фінансової підтримки суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності, а також залежність вартості залучення фінансових ресурсів від кількості використовуваних механізмів фінансової підтримки суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності, ми довели, що ці механізми доцільно оптимізувати на предмет ідентифікування найкращого варіанта послідовності їх реалізації.

Список використаної літератури

1. Волокодавова Е. В. Экспортный потенциал промышленных предприятий: теория, методология, практика : монография / Е. В. Волокодавова. – Самара : Самарский гос. экон. университет, 2007. – С. 14.
2. Георгіаді Н. Г. Основи зовнішньоекономічної діяльності : навч.-метод. посіб. / Н. Г. Георгіаді, Х. С. Передало, С. В. Князь. – 2-ге вид. – Львів : Вид-во «Львівської політехніки», 2009. – 236 с.
3. Гребельник О. П. Основи зовнішньоекономічної діяльності : підручник. – К. : Центр навчальної літератури, 2004. – 384 с.
4. Диверсифікація експортного потенціалу України // Україна і світове господарство: взаємодія на межі тисячоліть / М. А. Дудченко, А. С. Філіпенко, В. С. Буркін, А. С. Гальчинський та ін. – К. : Либідь, 2002. – С. 143–157.
5. Дроздова Г. М. Менеджмент зовнішньоекономічної діяльності : навч. посібник / Г. М. Дроздова. – К. : ЦУЛ, 2002. – 172 с.
6. Заруба В. Я. Моделирование процессов управления воспроизводством потенциала предприятия / В. Я. Заруба, Л. В. Петрашкова // Современные проблемы моделирования социально-экономических систем : монография. – Х. : ФЛП Александрова К. М. ; ИД «ИНЖЭК», 2009. – 440 с.
7. Козик В. В. Основи зовнішньоекономічної діяльності : навч. посібник / В. В. Козик, Л. А. Панкова. – Львів : ДУ «Львівська політехніка», 1997. – 151 с.
8. Кузьмін О. Є. Основи менеджменту : підручник / О. Є. Кузьмін, О. Г. Мельник. – К. : Академвидав, 2003. – 416 с.
9. Управління зовнішньоекономічною діяльністю : навч. посібник / за заг. ред. А. І. Кредісова. – К. : ВІРА-Р, 2002. – 552 с.

References

1. Volkodavova Ye. V. The export potential of the industrial enterprises: theory, methodology, practice. – Samara : Samara State Economic University, 2007. – P. 14.
2. Georgiady N. G. The Fundamentals of foreign economic activity. – Lviv : Lviv Politechnika Press, 2009. – 236 p.
3. Grebelnyk O. P. The Fundamentals of foreign economic activity. – Kyiv, 2004. – 384 p.
4. Dudchenko M. A. The Diversification of Ukrainian export potential // Ukraine and world economy: cooperation on the edge of millennium. – Kyiv : Lybid press, 2002. – P. 143–157.
5. Drozdova G. M. Management of the foreign economic activity. – Kyiv : CUL, 2002. – 172 p.
6. Zaruba V. Ya. The Modeling of the control reproduction enterprise potential // The Modern issues of the social-economic systems modeling. – Kharkov : Kharkov Economic University Press, 2009. – 440 p.
7. Kozyk V. Pankova L. The Fundamentals of foreign economic activity. – Lviv : Lviv Politechnika Press, 1997. – 151 p.
8. Kuzmin O. Ye., Melnyk O. G. The Fundamentals of Management. – Kyiv : Academic Publishing, 2003. – 416 p.
9. Kredisov A. I. The Management of foreign economic activity. – Kyiv : VIRA-R, 2002. – 552 p.