

МЕТОДИ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ СТРУКТУРИ КАПІТАЛА ПІДПРИЄМСТВА

Ключові слова: оптимальна структура капіталу підприємства, багатокритеріальна оптимізація, методи оптимізації.

Ефективність діяльності будь-якого господарюючого суб'єкта ринку залежить від забезпеченості грошовими ресурсами і обґрунтованості їх розміру, тобто від оптимальності структури капіталу. Огляд літератури показує, що менеджери підприємства при формуванні капіталу не користуються конкретними науковими методами. Ми вважаємо, що при формуванні структури капіталу необхідно використовувати такий математичний апарат, як багатокритеріальна (векторна) оптимізація. Оскільки діяльність підприємства багатогранна, існує безліч цілей у суб'єкта ринку.

Розвитку ідей багатокритеріальної оптимізації в процесі планування на підприємстві сприяють праці відомих зарубіжних та вітчизняних учених: В.В. Парето, Р. Штойера, С.І. Наконечного, В.В. Новожилова, В.В. Царьова, О.Г. Янкового. Однак деякі питання щодо вибору методів оптимізації структури капіталу до сих пір залишаються спірними.

Метою дослідження є аналіз існуючих методів багатокритеріальної оптимізації в економічній літературі, вивчення переваг і недоліків цих методів.

Наряду з головною метою підприємства – збереження фінансової стійкості, виконання соціальної функції, може існувати декілька другорядних цілей, таких як зростання ефективності використання власного капіталу, отримання прибутку. Зростання рентабельності власного капіталу може бути досягнуте, перш за все, за рахунок залучення позикового капіталу, в той же час

перевищення певного рівня цього капіталу негативно відбивається на фінансовій стійкості підприємства. Це говорить про те, що в практиці підприємств зустрічаються ситуації, при яких цілі суперечать одна одній. Тому для визначення цільової структури капіталу необхідно застосовувати багатокритеріальну оптимізацію.

Багатоцільовий підхід відрізняється від одноцільового не лише кількістю критеріїв, але і результатами рішення. Під результатом багатоцільової оптимізації «розуміється не якийсь певний план, а сукупність планів» [1, с.102]. Безліч всіх планів, що отримуються на основі реалізації методології векторної оптимізації, називається множиною Парето, а самі плани є оптимальними за Парето. Оптимальність за Парето – це такий стан системи, при якому значення кожного локального критерію не може бути покращене без погіршення значень інших критеріїв.

Важливішим В. Парето вважав визначення оптимуму стосовно виробництва: певна структура виробництва при даних ресурсах і даній техніці стає оптимальною тоді, коли збільшення виробництва одного блага нездійснено без одночасного зниження виробництва якого-небудь іншого блага. Ця оптимальна ситуація виникає тоді, коли граничні продуктивності чинників виробництва у всіх варіантах їх вживання рівні. Таким чином, всі належні рішення цієї множини не можуть бути покращені за всіма частковими критеріями. Внаслідок цього множину Парето називають ще областю компромісів. Безліч планів, оптимальних за Парето, ототожнюється з «переговорною множиною або областю компромісу» [2, с.165]. Оскільки при виборі того або іншого рішення з множини Парето особа, що приймає рішення, користується схемою компромісу.

На рис. 1 представлено графічне рішення двохкритеріального завдання, вектори (K_1 , K_2) якого прагнуть до максимуму. Наприклад, K_1 – прибуток від реалізації, K_2 – об'єм реалізованої продукції.

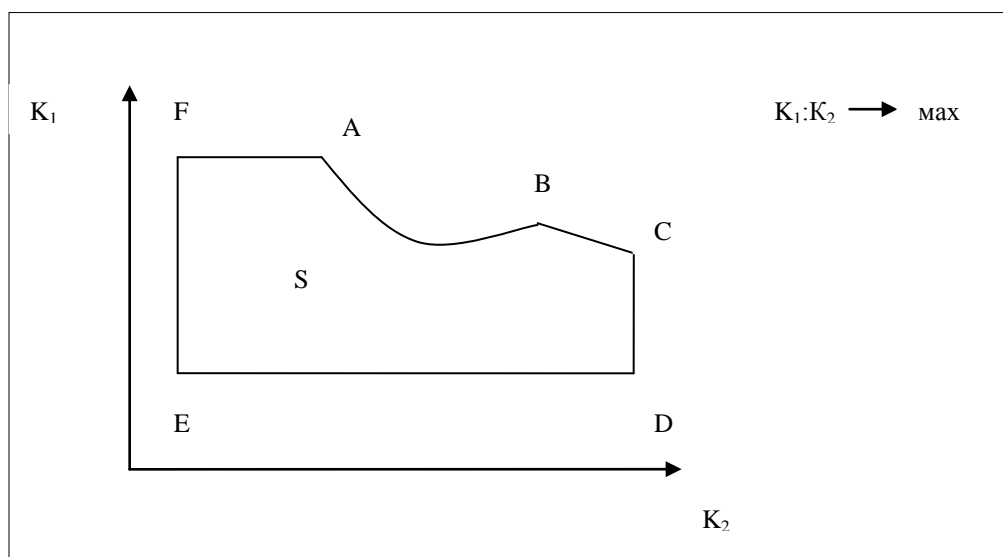


Рис. 1 Область Парето-оптимальних рішень

Множина S – допустимі варіанти рішення задачі. Рішення, оптимальні за Парето, складаються з точок відрізка BC . Точки прямих FE , ED , CD не відносяться до Парето-оптимальної області, оскільки не виконується основна вимога. При збільшенні прибутку від реалізації (пряма EF), об'єм реалізованої продукції залишається на тому ж рівні. Множина Парето є сукупністю потенційних допустимих варіантів рішення задачі по оптимізації. Визначивши цю область, можна відразу виключити варіанти, які не підходять, що в першу чергу полегшують завдання особи, що приймає рішення [3, с.94].

Можливість використання багатоцільового підходу при вирішенні задач планування вперше була запропонована В.В. Новожиловим. Автор писав, що можна «побудувати таку систему показників і нормативів, при якій кожне підприємство, колгосп, керуючись мінімумом своїх витрат, максимумом своїх результатів, могли б складати і виконувати плани, відповідні загальному мінімуму витрат праці, загальному максимуму результатів на користь суспільства» [4, с.9].

Даної точки зору дотримується і В.В. Царьов, вважаючи, що результати багатоцільової оптимізації є найбільш переважними [1, с.156]. Під

багатокритеріальною (векторною) оптимізацією автор розуміє процедуру використання спеціальних математичних методів, що забезпечують набуття ефективних значень змінних. При цьому підкреслює, що головний критерій не встановлений. Таким чином, ми прийшли до виводу, що при формуванні оптимальної структури капіталу, слід використовувати апарат багатоцільової оптимізації, що включає різні методи, прийоми.

В.В. Царьов всі методи оптимізації ділить на 4 класи [1, с.184]. Вживання тих або інших методів визначається цілями проведення оптимізації, а також властивостями самих методів. Наприклад, при двохкритеріальній моделі рекомендується використовувати «правило північно-східного кута», тобто за наявності трьох і більш критеріїв даний прийом не використовується.

Метод, запропонований В.В. Подіновським, застосовують лише тоді, коли «всі часткові критерії взаємно незалежні по перевазі». Таким чином, при створенні моделі оптимізації структури капіталу особа, що приймає рішення, повинна обґрунтувати, чому вибрані ті або інші методи [3, с.114].

Критерієм оптимальності є компонент будь-якої оптимальної економіко-математичної моделі, характерний показник рішення задачі, за значенням якого оцінюється оптимальність знайденого рішення [5].

Вибір критерію оптимальності є важливим етапом при багатокритеріальній оптимізації, від того наскільки правильно вибраний критерій залежить кінцевий результат. При виборі критеріїв оптимальності дотримуються певних принципів, таких як, незалежність, узгодженість, принцип повноти та ін.

На нашу думку, важливо відзначити наступні принципи.

Принцип не надмірності – особа, що приймає рішення, повинна звернути увагу на критерії, які тісно не зв'язані між собою, а також відібрати невелике число критеріїв. Недотримання цього принципу може привести до неможливості визначити оптимальне рішення.

Принцип повноти – при відборі критеріїв важно виявити круг показників, які допомогли б врахувати всі сторони досліджуваного об'єкту і отримати обґрунтований результат.

Найчастіше при вирішенні економічних, фінансових, інвестиційних завдань використовуються наступні методи: метод справедливого компромісу, метод згортання векторного критерію в глобальний критерій, метод головного критерію, цільового програмування, метод квазіоптимізації локальних критеріїв (метод послідовних поступок). Кожен з них дає різні результати, тому не можна сказати, що один краще за інший. Розглянемо деякі з них детальніше.

Метод справедливого компромісу передбачає, що всі локальні критерії оптимізації мають однакову важливість. Справедливим вважається такий компроміс, при якому відносний рівень зниження якості поодиноці або декільком критеріям не перевершує відносного рівня підвищення якості за останніми критеріями (менше або рівний) [6].

Метод згортання векторного критерію в глобальний критерій. Цей метод приводить багатокритеріальну оптимізацію у вигляд однокритеріальної шляхом «згортання» декількох локальних критеріїв в один (глобальний). В.В. Царьов відзначає, що даний метод доцільніше застосовувати в тому випадку, якщо домінування одного критерію над іншим відсутнє. Це згортання утворюється штучно.

Нехай в завданні вибрано n критеріїв, тоді глобальний критерій може мати вигляд суми окремих показників з відповідними коефіцієнтами:

$$F' = k_1 \times F_1 + k_2 \times F_2 + \dots + k_n \times F_n, \quad (1.1)$$

де k_1, k_2, k_n – вагові коефіцієнти, вони можуть бути позитивними або негативними.

Позитивні коефіцієнти відповідають тим критеріям, які потрібно максимізувати, а негативні – тим, які мінімізуються. Позитивні коефіцієнти – це рентабельність власного капіталу, вартість підприємства, негативні – вартість капіталу, фінансовий ризик.

Глобальний критерій представляється також у вигляді дроби, де в чисельнику знаходиться добуток показників, які необхідно максимізувати F_1, \dots, F_n , а в знаменнику – добуток тих, які потрібно мінімізувати F_{n+1}, \dots, F_m :

$$F = \frac{\prod_{i=1}^n F_i}{\prod_{i=n+1}^m F_i}. \quad (1.2)$$

На думку аналітиків, недоліком вираження (1.1) і (1.2) є те, що існує можливість ефективність одного критерію відшкодувати іншим. Наприклад, зниження величини прибутку може викликатися зниженням об'єму реалізації продукції. Це зниження може бути в рівній мірі, тому значення дроби може не змінитися, але зниження величини реалізованої продукції негативно вплине на ринкове положення підприємства, а в подальшому і на прибуток. Тому до використання розглянутих прийомів формування цільових функцій необхідно підходити продумано.

Ще один метод мінімізації модулів часток відхилень значень кожної цільової функції від їх оптимальних значень запропонував І. Никовський. Оптимальний план знаходять окремо за кожним з вибраних критеріїв, після чого отримують множину значень цільової функції $F_i' (i = \overline{1, m})$. На останньому етапі вирішується завдання з одним критерієм вигляду:

$$\min F = \left| \frac{F_1' - F_1}{F_1'} \right| = \left| \frac{F_2' - F_2}{F_2'} \right| = \dots = \left| \frac{F_n' - F_n}{F_n'} \right|, \quad (1.3)$$

де F_i' ($i = \overline{1, m}$) – значення i -го критерію оптимуму в оптимальному компромісному плані [7].

При такому підході рішення задачі визначається за критерієм, який дорівнює мінімальному значенню модулів частин відхилень значень кожної цільової функції в компромісному плані від їх оптимальних значень в їх же оптимальних значеннях, що робить всі критерії однаково важливими. Тому, аби врахувати переваги одних локальних критеріїв над іншими, застосовують узагальнений критерій:

$$\min F = k_1 \left| \frac{F_1' - F_1}{F_1'} \right| = k_2 \left| \frac{F_2' - F_2}{F_2'} \right| = \dots = k_n \left| \frac{F_n' - F_n}{F_n'} \right|. \quad (1.4)$$

Недоліками цих двох способів є, по-перше, жорстке співвідношення між значеннями відхилень критеріїв оптимуму, який значно звужує множину допустимих планів; по-друге, одному значенню деякого критерію може відповідати множина інших, причому таких, за яких оптимальний план з економічної точки зору ефективніший; по-третє, відсутня методика об'єктивного визначення коефіцієнтів $k_1, k_2 \dots k_n$.

Існує більше 34 методів визначення коефіцієнтів важливості (вагомості): вартісний, імовірнісний, статистичний, експертний і ін. Формування теорії визначення коефіцієнтів важливості пов'язують з наукою кваліметрією. Вперше питанням «теорії коефіцієнтів вагомості» зацікавився В.В. Подіновський. Цю теорію учений назвав «теорією важливості» [3, с.124]. Вибір критерію для кожного завдання суб'єктивний. Все залежить від призначення коефіцієнтів. Міра обґрунтованості рішень залежить від знань особи, що приймає рішення, і

наявністю необхідної інформації. Один із способів визначення коефіцієнтів вагомості пов'язаний з мірою важливості представлений в табл. 1.

Таблиця 1

Шкала відносної важливості коефіцієнтів [1, с.204]

Інтенсивність відносної важливості	Визначення
1	Рівна важливість
3	Помірна (слабка) перевага одного над іншим
5	Сильна (істотна) перевага
7	Очевидна перевага
9	Абсолютна (що пригнічує) перевага
2,4,6,8	Проміжні рішення між двома сусідніми оцінками

Зведення багатокритеріального завдання до завдання з одним критерієм може також здійснюватися шляхом виділення з набору показників одного, який вважають найважливішим – F_k . Далі намагаються досягти його максимального значення (якщо необхідно знайти мінімум, то, як ми знаємо, досить змінити знак показника на протилежний). Всі інші показники (критерії) є другорядними. На них накладаються обмеження вигляду: $F_i \geq z_i$, де z_i є нижньою межею значення відповідного показника, якщо необхідно, аби значення показника не перевищувало. Для структури капіталу можна виділити як найважливіший показник зростання ефективності рентабельності власного капіталу. При цьому треба додатково ввести обмеження відносно величини позикового капіталу не вище певного рівня. Даний метод ще називається методом головного критерію.

Метод цільового програмування полягає в тому, що оптимальне рішення – це те рішення, при якому сумарна величина відносних відхилень від ідеальних точок мінімальна [1, с.167]. В тому разі, якщо необхідно визначити деяку

область рішення (квазіоптимальна множина), а не точний оптимум використовується метод послідовних поступок.

Цей метод ефективний тим, що видно, ціною якої «поступки» в одному критерії отримується виграш в іншому. Даний прийом застосовується для вирішення багатокритеріальних завдань, в яких всі критерії можна ранжувати за важливістю. Спочатку здійснюється якісний аналіз відносної важливості критеріїв; на підставі такого аналізу критерії розташовуються і нумеруються в порядку убуття важливості, так що головним вважається критерій F_1 , менш важливий F_2 , потім слідує останні локальні критерії F_3, F_4, \dots, F_m .

Наприклад, необхідно досягти максимального значення за всіма критеріями. Спочатку вирішується завдання з одним головним критерієм, тобто максимізується перший по важливості критерій F_1 і визначається його найбільше значення M_1 . Потім призначають деяку невелику за абсолютним значенням «поступку» ΔF_1 , на яку можна змінити (зменшити) значення критерію $\max F_1$ ради того, аби досягти максимального значення по наступному критерію F_2 . Такий підхід дозволяє значно звужити первинну допустиму область X , коли переноситься увага до наступного по важливості критерію (F_2). Величина «поступки» залежить від потрібної точності розрахунків і достовірності вихідних даних. До системи початкових обмежень завдання приєднують обмеження, яке встановлює рівень можливого відхилення показника: $F_1 \leq (\max F_1 - \Delta F_1)$, і вирішують нову задачу з критерієм оптимуму F_2 і так далі [7].

При розгляді методу послідовних поступок важливе місце займає еталонний метод, який полягає в поступовому наближенні за всіма локальними критеріями до ідеального рішення. Спочатку для кожного окремого критерію вирішується однокритеріальне завдання за допомогою симплекс-методу. В результаті утворюється деяке число оптимальних планів n з максимальними значеннями (якщо завдання полягає в максимізації критерію). Другий етап

включає рішення однокритеріальної задачі за глобальним критерієм в наступному вигляді:

$$d(FV', FV) = \min, \quad (1.5)$$

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

У ролі функції відстані часто використовують таку популярну метрику, як зважена евклідова відстань:

$$d(FV', FV) = \sqrt[2]{\sum_{v=1}^n (FV'_v - FV_v)^2} \quad [7]. \quad (1.6)$$

Таким чином, основна ідея еталонного методу полягає в тому, щоб знайти рішення задачі в області, найбільш наближеної до ідеальної. Аналітики узагальнюють еталонний метод і метод мінімізації модулів часток відхилень, оскільки у цих методах основні недоліки однакові. Але в той же час вираження даних методів мають різний вигляд.

Окрім вищевикладених методів векторної оптимізації, науці відомий такий метод, як генетичний алгоритм, який був запозичений з біології. Генетичний алгоритм – це алгоритм пошуку, використовуваний для вирішення завдань оптимізації за допомогою випадкової селекції, комбінування і варіації шуканих параметрів з використанням механізмів, що нагадують біологічний розвиток. Тому при розгляді даного прийому аналітики оперують такими поняттями як популяція, схрещування, генотип і ін. Розглянемо генетичний алгоритм на рис. 2.

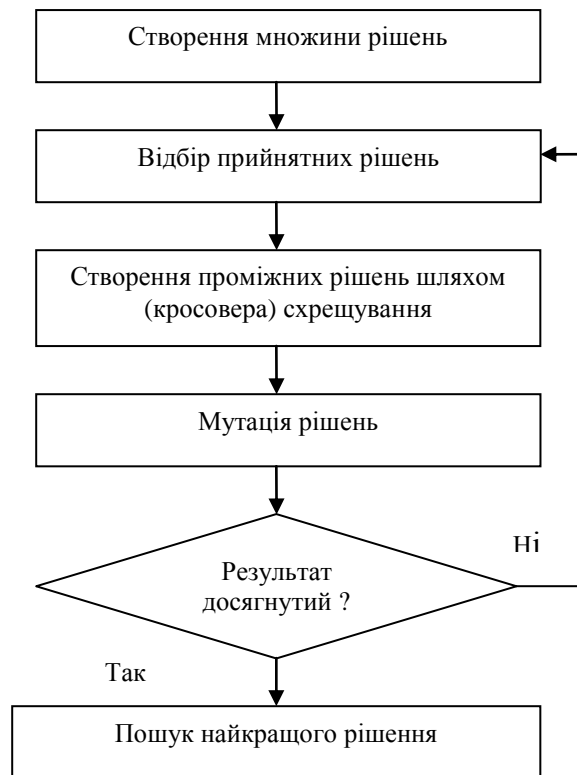


Рис. 2 Схема реалізації генетичного алгоритму

Критерієм визначення, що результат досягнутий є ситуація при якій рішення знаходиться в області деякого екстремуму і майже однакові.

Генетичний алгоритм володіє наступними перевагами:

1. реалізуються для вирішення широкого кола завдань;
2. може бути використаний в завданнях з умовами, що змінюються;
3. застосовується при вирішенні великомасштабних проблем оптимізації.

При цьому існують недоліки, які полягають в довготривалості виконання функції оцінки; рішення задачі не одне, а безліч і ін. Учені підкреслюють, що зазвичай генетичні алгоритми застосовуються в учбових (тестових) цілях, для реальних завдань, що мають точні рішення, вони не використовуються [8].

Ми приходимо до висновку, що відсутній універсальний метод оптимізації. Особа, що приймає рішення, сама вирішує, які використовуватиме

методи, виходячи з інтересів підприємства. Особливу увагу необхідно приділити забезпеченню потрібною інформацією і обґрунтованості отриманих результатів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Царев В. В. Внутрифирменное планирование: [учебное пособие] / В. В. Царев. – СПб.: Питер, 2002. – 496 с.
2. Растринин Л. А. Системы экстремального управления: [учебное пособие] / Л. А. Растринин. – М.: Наука, 1974. – 390 с.
3. Подиновский В. В. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач: [учебное пособие] / В. В. Подиновский, В. Д. Ногин. – М.: Наука, 1982. – 344 с.
4. Новожилов В. В. Проблемы измерения затрат и результатов при оптимальном планировании: [учебное пособие] / В. В. Новожилов. – М.: Экономика, 1967. – 267.
5. Современный экономический словарь. / Состав. Райзберг Б. А., Лозовский Л. Ш., Стародубцева Е. Б. – М.: ИНФРА, 2007. – 495 с.
6. Шоробура М. М. Разработка моделей и программных средств для многокритериальной оптимизации сложных объектов в компьютерных информационных системах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – <http://www.masters.donntu.edu.ua/2004/kita/shorobura/diss/index.htm>
7. Наконечний С. І. Математичне програмування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://fingal.com.ua/content/view/207/76/1/5/#29307>.
8. Курков М. С. Генетичні алгоритми в системах підтримки прийняття рішень для фінансового аналізу на фондовому ринку [Електронний

ресурс]. – Режим доступу : –
<http://www.ukrainref.com.ua/index.php?go=Files&in=view&id=20571>

Резюме

В статье приведены доводы в пользу многокритериальной оптимизации структуры капитала. Рассмотрены приемы векторной оптимизации в экономических исследованиях. Выявлены преимущества и недостатки методов. Предложены рекомендации по применению методов оптимизации структуры капитала.

Резюме

В статті приведені аргументи на користь багатокритеріальної оптимізації структури капіталу. Розглянуті прийоми векторної оптимізації в економічних дослідженнях. Виявлені переваги і недоліки методів. Запропоновані рекомендації щодо використання методів оптимізації структури капіталу.

Summary

In the article are resulted reasons in behalf on multicriterion optimization of capital structure. The receptions of vectorial optimization are considered in economic researches. Advantages and lacks of methods are exposed. Recommendations are offered in the application of methods of capital structure's optimization.