

УДК 519. 863: 005. 585: 005. 936. 3

Вирішення проблем багатокритеріальності в оцінці діяльності підприємства на основі методів багатокритеріальної оптимізації

Малярець Л. М., Мінєнкова О. В.

Складні умови життєдіяльності промислових підприємств потребують від них економічної стійкості, яка в свою чергу забезпечується багатокритеріальним розвитком. З іншого боку, виконання умов комплексності, системності та повномасштабності оцінки діяльності підприємства можливе на основі врахування багатьох критеріїв діяльності. Оскільки опис діяльності здійснюється за допомогою ієрархічної системи показників, які є визначальними описовими ознаками діяльності підприємства як об'єкту моделювання, то постає проблема встановлення критеріїв оцінки. Критеріями називають кількісні показники властивостей об'єкта, числові значення яких являються мірою якості об'єкта оцінки по відношенню до даної властивості. Отримання набору критеріїв є кінцевим підсумком ієрархічної декомпозиції [1]. Безумовно, будь-яка багатокритеріальна задача може бути представлена ієрархічною системою, на нижчих рівнях якої здійснюється оцінка об'єкту за окремими властивостями за допомогою векторів критеріїв, а на верхньому рівні за допомогою механізму композиції отримується оцінка об'єкту в цілому.

На наш погляд існування ключових характеристик діяльності підприємства обумовлює їх розгляд як основних видів критеріїв оцінки діяльності. Зміст та величина критеріїв і є умовою об'єктивності, адекватності, достовірності оцінки діяльності підприємства. Саме від переліку, змістовної суті, структури критеріїв, їх співвідношення між собою та обчислювального алгоритму отримання величини розрізняють методи оцінки діяльності підприємства в економіці.

Об'єктивність оцінки діяльності залежить від врахування саме багатокритеріальності діяльності, то величина оцінки ґрунтується на математичному методі отримання цієї величини. Математичними проблемами

багатокритеріальності в оцінці діяльності підприємства займались багато вітчизняних вчених, а саме: Вітлінський В.В. [2], Кизим М.О. [3], Клебанова Т.С. [4], Малярець Л.М. [5], Морозов О.О. [6], Пономаренко В.С. [5] та інші. Але багато питань залишилось поза увагою вчених, зокрема, врахування багатокритеріальності в оцінці діяльності підприємства на основі застосування багатокритеріальної оптимізації.

Фахівці з проблем математичного програмування, математичних методів Холод Н.І., Кузнецов Л.В., Жихар Я.Н вважають, що серед багатокритеріальних задачах слід виокремлювати чотири типа задач, а саме: 1) задачі оптимізації на множині цілей, кожна з яких повинна бути врахована при виборі оптимального розв'язку. До цього типу відносяться задачі складання плану роботи підприємства, в якій критеріями є економічні показники; 2) задачі оптимізації на множині об'єктів, якість функціонування кожного з яких оцінюється окремими критеріями. Це задача розподілу дефіцитного ресурсу між підприємствами, при цьому критерієм оптимальності є ступінь задоволення їх потреб в ресурсі або отримання максимуму прибутку; 3) задача оптимізації на множині умов функціонування відповідно до кожної якості функціонування оцінюється деяким частинним критерієм; 4) задачі оптимізації на множині етапів функціонування, де якість управління на кожному з них оцінюється частинним критерієм, а загальна якість – загальним векторним критерієм. Прикладом даного типу задач є задача розподілу квартального плану цеха за декадами із критерієм максимізації завантаження в кожній декаді кварталу [7].

При розробці методів розв'язання векторних задач вирішують ряд особливих проблем. До них відносяться проблема нормалізації, проблема вибору принципу оптимальності, проблема врахування пріоритету критеріїв, проблема обчислення оптимуму. Оскільки проблема нормалізації обумовлена різними одиницями і масштабами вимірювання показників чи складових загального критерію, то вона може бути вирішена методом, за допомогою якого побудована. Проблему вибору принципу оптимальності пов'язують з визначенням властивостей оптимального розв'язку і вирішення питання

переваги оптимального розв'язку порівняно з іншими. Проблема врахування пріоритету частинних критеріїв виникає у випадку різної важливості їх. Вирішення даної проблеми можливе різними способами: евристичним шляхом або з використанням математичних методів.

Багатокритеріальні задачі можуть класифікуватись за такими ознаками: за варіантами оптимізації, за числом критеріїв, за типами критеріїв, за співвідношеннями між критеріями, за рівнем структуризації, за наявністю фактора невизначеності [1 – 7].

Отже, початковими етапами багатокритеріальної оптимізації є визначення системи критеріїв, встановлення співвідношення між ними на суперечливість чи узгодженість дії в одному напрямку, виявлення взаємозв'язку між критеріями, оцінити вплив частинних показників на критерії і на основі цього покращити ті чи інші критерії за рахунок зміни значень показників.

Вважається, що найбільш важливою із класифікаційних ознак методів багатокритеріальної оптимізації є ознака за функціями особи, яка приймає рішення (ОПР), а саме: 1) методи пошуку оптимального розв'язку без участі ОПР; 2) апостеріорні методи; 3) апріорні методи; 4) інтерактивні методи [8 – 11]. В першій групі методів вирішальне правило або безпосередній критерій будується без участі ОПР на основі деякої аксіоматики. Тут задача складається в пошуку деякого компромісного розв'язку зазвичай в «центральної частині» фронту Парето. До цієї групи методів належать методи глобального критерію і метод нейтрального компромісного розв'язку. Відмінністю апостеріорних методів є уточнення розв'язку багатокритеріальних оптимізаційних задач ОПР на основі своїх переваг після того, як отримана деяка множина не домінуючих розв'язків. Дані методи ґрунтуються на апроксимації фронту Парето та передбачають використання еволюційних алгоритмі. Загальним недоліком даних методів є великі обчислювальні затрати.

В методах, що утворюють групу апріорних методів розв'язання БОЗ ОПР вносить коригування до початку реалізації обчислювальної процедури, яка

зазвичай спрямована на зведення багатокритеріальної задачі до однокритеріальної. Сюди відносять методи скалярної згортки, метод обмежень, лексикографічне упорядкування та методи цільового програмування.

Загальним обчислювальним алгоритмом даних методів є логіка таких обчислювальних етапів: 1) Знаходиться ідеальна точка $y^* = f(x^*)$ та здійснюється вибір вагових коефіцієнтів α_i (деяке додатне число, що характеризує відносну важливість критеріїв, при цьому $\sum_{i=1}^m \alpha_i = 1, \alpha_i \geq 0, i = \overline{1, k}$); 2) розв'язується задача $F = \sum_{i=1}^m \alpha_i f_i(x) \rightarrow \max$. Частинні критерії у згортці можуть бути нормованими; 3) Знайдений розв'язок $f(x^k)$ порівнюється з $y^* = f(x^*)$ або з точками, знайденими на попередніх ітераціях. Якщо цей розв'язок задовольняє ОПР, то процедура обчислення завершена. В противному випадку ОПР назначає нові вагові коефіцієнти і обчислювальний алгоритм продовжується до тих пір доки ОПР не буде задоволений розв'язком. Отриманий розв'язок є оптимальним за Парето. Недоліком є те, що малим приростам коефіцієнтів відповідають великі прирости функції, тобто розв'язок задачі не стійкий, а також недоліком є необхідність обґрунтування вагових коефіцієнтів.

До методів, які використовують обмеження за критеріями відносяться два методи, а саме: 1) метод головного або провідного критерію; 2) метод послідовного застосування критеріїв (метод послідовних поступок, метод обмежень).

Метод послідовних поступок має такий алгоритм обчислень: 1) критерії нумеруються за порядком зменшення важливості; 2) визначається значення f_1^* та для нього встановлюється величина поступки Δ ; 3) розв'язується задача за критерієм f_2 з додатковим обмеженням $f_1(x) \geq f_1^* - \Delta$. Далі етапи 2 і 3 повторюються для критеріїв f_2, \dots, f_k . Але тут теж отриманий розв'язок слід перевіряти на предмет належності до області компромісів.

Вважається, що метод поступок при нульових поступках збігається з лексикографічним методом розв'язування БОЗ. В задачах лексикографічного програмування критерії строго упорядковані за важливістю: в порівнянні пари розв'язків в першу чергу використовується критерій f_1 і кращим вважається то розв'язок, для якого значення цього критерію більше. У випадку якщо значення першого критерію для обох розв'язків однакові, то застосовується критерій f_2 і перевага віддається тому розв'язку, для якого значення f_2 більше. У випадку, коли і другий критерій не дозволяє визначити кращий розв'язок, то залучається f_3 і так далі до f_k . Даний метод має недоліки: невеликі зміни параметрів задачі можуть призвести до істотної зміни розв'язку, а також необхідність визначення поступок при відсутності інформації про наслідки цих кроків. Як перевагу даного методу виділяють концепцію обмежень, які накладають на значення критеріїв. Дані методи ще мають назву неструктурованих методів, оскільки ОПР має визначити переваги того чи іншого частинного критерію.

В методах, які ґрунтуються на відшуканні компромісного розв'язку, застосовується принцип гарантованого результату. Така багатокритеріальна оптимізаційна задача має вигляд:

$$\max_X \min_j F(X) = \{f_1, \dots, f_k\}.$$

Існують різні модифікації даного методу. Так в [9] запропонована оригінальна модифікація даного методу. Нехай $\lambda_j(X)$ – величина нормованого

$$\text{критерію } \lambda_j(X) = \frac{f_j(X)}{f_j^*}, \quad j = \overline{1, k}.$$

$$\text{Цільова функція має вигляд } \lambda^0(X) = \max_X \min_j \lambda_j(X).$$

Якщо $\lambda = \min_j \lambda_j(X)$, то $\lambda - \lambda_j(X) \leq 0$ і задача матиме вигляд:

$$\begin{aligned} \lambda^0 &= \lambda \quad \max, \\ \lambda - \lambda_j(X) &\leq 0 \quad j = \overline{1, k}, \\ q_i(X) &\leq b_i, \quad i = \overline{1, m}, \\ X &\geq 0. \end{aligned}$$

Отриманий розв'язок є ефективним. Значення цільової функції $0 \leq \lambda^0 \leq 1$, при цьому чим менше λ^0 , тим між критеріями більше протиріччя.

Вважається, що цей метод доцільно використовувати якщо задані пріоритети в критеріях на багатовекторні задачі.

В даній групі методів використовується інформація про переваги ОНР, що відображається в загальному критерію, яке часто реалізується на основі концепції функції корисності у вигляді: $F(X) = \{x^* \in X / U(x^*) = \max_{x \in X} U(x)\}$.

Ці методи мають найкраще теоретичне підґрунття та ґрунтуються на побудові функції корисності $U(x)$, яка відображає переваги ОНР. При побудові функції корисності слід пам'ятати одну важливу особливість функції корисності: якщо $U(x)$ – функція корисності на Y , яка відображає перевагу деякої ОНР, $\varphi(x)$ – строго зростаюча функція на R^1 , то функція $\tilde{U}(x) = \varphi(U(x))$ також є функцією корисності, яка відображає перевагу цієї ОНР. Що іншими словами: якщо для бінарного відношення переваги цієї ОНР існує хоча б одна функція корисності, то їх існує нескінченно багато. Проте це не є проблемою, оскільки інтерес представляє не сама функція корисності, а поверхня байдужості, що нею визначається, тобто розв'язок рівняння $U(x) = const$, які не змінюються при такому перетворенні функції корисності.

До даної групи методів розв'язування БОЗ відносить і метод аналізу ієрархій. Цей метод також ґрунтується на лінійній згортці критеріїв. Даний метод пропонується Т. Сааті ґрунтується на модифікації процедури призначення вагових коефіцієнтів, а саме спочатку слід визначити показники відносної важливості критеріїв $a_{ij}, i = \overline{1, K}, j = \overline{1, K}$, величина яких вимірюється по шкалі $\{1, 2, \dots, 9\}$. Цей метод має недоліки не тільки лінійної згортки, але і свій – введення додаткового неефективного критерію може призвести до такого змінення вагових коефіцієнтів, що призведе до змінення розв'язку задачі. Але тут також відмітити, що даний тип БОЗ широко застосовується у вирішенні задач прийняття управлінських рішень.

Серед методів розв'язування БОЗ виокремлюється метод ELECTRE. Він запропонований відомим французьким вченим Б. Руа і є одним із перших методів, що утворили напрямок в області методів підтримки вибору із скінченного числа альтернатив при декількох критеріях. В методі ELECTRE замість функції корисності будується правило у вигляді бінарного відношення, яке дозволяє виділити підмножину альтернатив із вихідної сукупності. Перевагою даного методу є те, що в якості критеріях можуть бути як кількісні, так і якісні показники. Істотним недоліком даного методу є необхідність обґрунтування ОПР вагових коефіцієнтів для частинних критеріях, визначення ціни переходу із класу в клас для побудови індексів узгодженості, вибір та обґрунтування чисел p і q для побудови бінарного відношення.

Безумовну перевагу мають ітеративні методи БОЗ завдяки організації їх обчислювального алгоритму в діалоговому режимі та постійному контролю параметрів обчислення ОПР. Зокрема це відноситься до процедури визначення вагових коефіцієнтів загального критерію, який дозволяє згортати частинні критерії в пошуку оптимального розв'язку БОЗ. Дану групу методів іноді називають методами інтерактивного програмування. На етапах розв'язування задачі ОПР може активно приймати участь в процедурах розв'язування, а саме може ввести або змінити задані раніше вагові коефіцієнти або уступки за критеріями, визначити напрямок оптимізації. Ця інформація може бути основою для постановки нової задачі або отримання проміжного результату. Такий інтерактивний процес розв'язування задачі може продовжуватись до тих пір доки ОПР не бути задоволений розв'язком. Як перевага даного методу є те, що ОПР в процесів розв'язування задачі використовує свій досвід та знання.

До структурованих методів відносяться метод Джоффіона-Дайєра-Файнберга, метод Зайонца-Валеніуса, метод Штойєра, метод Штойєра-Чу для нелінійних задач. Характерною рисою структурованих методів є використання: 1) градієнтів; 2) вагових коефіцієнтів; 3) цільових точок; 4) обмежень.

В даний час існує велика група методів розв'язування БОЗ, в процесі яких ОПР отримує проміжні результати в графічному зображенні. Одним з них є

метод, який використовує ідеї метода Джоффіона-Дайєра-Файнберга і є одним із перших ітеративних методів, які ґрунтуються на візуалізації. На відміну від метода GDF, всі поточні розв'язки оптимальні за Парето, а градієнт функції корисності проєцирується на межу Парето. Далі ОПР вказує вподобану точку на цій проєкції. Згідно метода GDF тут взяті способи визначення градієнта функції і підтримка вибору точки одновірної кривої в просторі критеріїв. Складність даного методу є визначення градієнта функції корисності, проте має добру швидкість збіжності.

Розвитком методів розв'язування БОЗ в сучасних умовах є використання інструментів нечіткої логіки. Так Морозов О.О. вважає, що граничні значення показників ефективності складних організаційно-технічних систем (СОТС) є нечіткими [12]. Сам обчислювальний алгоритм розв'язання БОЗ пропонує реалізувати в таких етапах. На першому етапі сформувані граничні значення показників ефективності СОТС. Для цього для кожного показника формується

функція належності $\mu_{ij}^k, k = \overline{1, \sigma}$ та індексом нечіткості $v_{ij} = \frac{2}{\sigma} \sum_{k=1}^{\sigma} \Delta_k \mu_{ij}^k, 1 - \mu_{ij}^k$, де σ – кількість характеристики інформації, що

виділяється, μ_{ij}^k – функції належності, які відповідають різним характеристикам інформації (ступінь формалізації вихідних даних, ступінь повноти, ступінь важливості і т.д.). Далі пропонується ввести такі функції

належності $\mu_{\cup ij} = \frac{1}{\sigma} \sum_{k=1}^{\sigma} m_{ijm} \cdot \mu_{ij}^k, \mu_{\cap ij} = \frac{1}{\sigma} \bigcap_k m_{ijm} \cdot \mu_{ij}^k$, де m_{ijm} – ваговий

коефіцієнт інформаційної характеристики k . Морозов О.О. вважає, що значення $\mu_{\cup ij}$ та $\mu_{\cap ij}$ можна ототожнювати зі значеннями коефіцієнтів ваги показників ефективності СОТС. Автор вважає, що алгоритм багатокритеріальної оптимізації СОТС, який він пропонує, за умов невизначеності вихідної інформації про бажаний вигляд системи дозволяє отримувати ефективні управлінські рішення. Але тут, на наш погляд, дискусійним є припущення щодо великого рівня невизначеності, апріорним

твердження про те, що відшуканий розв'язок може бути далеким від того, що може бути отриманий в реальних умовах.

Сучасними підходами до розв'язування БОЗ є підходи, які ґрунтуються на імітаційних моделях та використовують генетичні алгоритми [8]. Задача оптимізації на основі імітаційного моделювання формулюється так: необхідно знайти значення вхідних змінних (факторів), які оптимізують основний вихідний показник системи – загальний критерій (відгук). При цьому передбачається, що функція відгуку не може бути обчислена аналітично, але може бути обчислена за допомогою імітаційного моделювання, тобто за допомогою проведення імітаційного експерименту з моделлю складної системи. За допомогою імітаційних моделей обчислюється значення відгуку для різних комбінацій значень факторів, які пропонує алгоритм оптимізації. Пошуковий алгоритм оптимізації, використовуючи значення відгуку, покращує розв'язок. Тут однією з основних проблем є проблема тривалих прогонів імітаційних моделей, а також проблема попередньої збіжності алгоритму оптимізації. Для розв'язування задач БОЗ з використанням імітаційних моделей та генетичних алгоритмів рекомендують застосовувати такі програмні продукти AutoStat AutoSimulations (Inc AutoMod), програми моделювання AutoSched, процедури пошуку: еволюційні стратегії; OptQuest Optimization (Technologies, Inc.), програми моделювання: Arena, Micro Saint, QUEST процедури пошуку: пошук з розсіюванням, пошук із заборонаю, нейронні мережі; OPTIMIZ (Visual Thinking International Ltd.), програми моделювання процедури пошуку: еволюційні стратегії, нейронні мережі; SimRunner2 (PROMODEL Corp.), програми моделювання: MedModel, ProModel, Service Model процедури пошуку: еволюційні стратегії, генетичні алгоритми; WITNESS Optimizer (Lanner Group, Inc.), програми моделювання WITNESS, процедури пошуку: імітація отжигу, пошук с заборонаю. В більшості пакетів оптимізації в якості процедур пошуку розв'язків використовуються еволюційні стратегії та генетичні алгоритми, які добре себе зарекомендували як універсальні алгоритми глобального пошуку, які дозволяють знаходити квазиоптимальні

розв'язки за допустимий термін. Розв'язування БОЗ ґрунтується на розробці метамоделі, яка є наближеною математичною моделлю, що отримана в результаті експериментів з імітаційною моделлю з метою заміщення останньої при оптимізації. При чому основними методами побудови мета моделей є регресійні моделі та штучні нейронні мережі (НМ) завдяки їх апроксимуючих можливостям. Так відомі алгоритми реалізації пошуку розв'язку за допомогою еволюційних обчислень і нейромережних мета моделей: алгоритм на основі контролю особин та алгоритм на основі контролю поколінь [9], а також алгоритм, яким ґрунтуються на стратегії інформованості операторів генетичних алгоритмів, яка в свою передбачає генерацію великої кількості нащадків в операторах схрещування і мутації генетичного алгоритму і послідуєчих обчислень їх функції придатності за допомогою мета моделі [10, 11].

Отже, аналіз сучасних методів БОЗ дозволив конкретизувати їх переваги та недоліки для розв'язування задачі багатокритеріальної оцінки діяльності підприємства на основі моделювання збалансованої системи показників. В табл. 1 представлено результати даного аналізу.

Таблиця 1

Аналіз методів розв'язанні багатокритеріальних оптимізаційних задач для оцінки діяльності підприємства

№	Назва методу	Недоліки методу	Переваги методу	Задача, для якої рекомендується даний метод
1	Методи без участі ОПР	Не враховуються переваги, вподобання ОПР	Строге математичне підґрунття	Оптимізація значень показників діяльності підприємства
2	Методи, які ґрунтуються на скалярній згортці критеріїв в один	Експертне встановлення вагових коефіцієнтів	Визначення ключових, пріоритетних критеріїв	Визначення максимального рівня оцінки діяльності підприємства з урахуванням важливості частинних показників
3	Методи, які використовують обмеження на критерії	Необхідність обґрунтування обмежень на критерії	Можливість розгляду допустимих інтервалів змін значень критеріїв	Визначення оптимальних значень показників з урахуванням виробничо-господарських можливостей підприємства
4	Метод головного	Встановлення	Акцентування	Оптимізація значень

	критерію	пріоритету лише одному критерію	уваги ключовому критерію і можливість управління	показників діяльності підприємства зі встановленням головної цілі
5	Метод послідовних поступок	Розв'язок слід перевіряти на предмет належності до області компромісів	Реалізація концепції обмежень, які накладають на значення критеріїв	Оптимізація значень показників діяльності підприємства з визначенням стійкості діяльності
6	Методи цільового програмування	Невеликі зміни параметрів задачі можуть призвести до істотної зміни розв'язку	Врахування переваг ОНР	Визначення оптимальних значень показників для досягнення стійкості функціонування підприємства
7	Метод, де застосовується принцип гарантованого результату	Встановлення нижніх меж змін показників	Розв'язок є ефективним	Оптимізація значень показників діяльності підприємства з гарантованою ефективністю
8	На основі концепції функції корисності	Необхідність надання інформації ОНР для побудови функції корисності	Врахування вподобань ОНР	Визначення оптимальних значень показників діяльності з урахуванням переваг ОНР в управлінні
9	Метод аналізу ієрархій	Необхідність надання інформації ОНР в порівнянні критеріїв	Врахування переваг ОНР	Визначення оптимальних значень показників діяльності на основі аналізу їх доцільності
10	Метод ELECTRE	Необхідність обґрунтування ОНР вагових коефіцієнтів для частинних критеріїв, визначення ціни переходу із класу в клас для побудови індексів узгодженості	Критерії можуть бути як кількісні, так і якісні показники.	Визначення оптимальних значень показників діяльності на основі цілеспрямованого управління з врахуванням переваг напрямів діяльності
11	Метод Джоффірона-Дайера-Файнберга (GDF)	Багатократне попарне порівняння критеріальних поступок	Швидка збіжність метода	Оптимізація значень показників діяльності із забезпеченням стійкості
12	Метод Зайонца-Валеніуса	Багатократне порівняння двох багатовимірних альтернатив	Достатньо швидка збіжність метода	Оптимізація значень показників діяльності із врахуванням доцільності альтернатив
13	Метод Штойера	Метод є складним, оскільки ОНР потрібно вибирати з	Не обов'язковість умови лінійності	Максимізація ефективності діяльності з урахуванням переваг в

		<i>Zm</i> багатокритеріальних альтернатив	функції корисності	управлінні
14	Метод Штойєра- Чу	Складність реалізації обчислювального алгоритму	Можливість розв'язування нелінійних задач	Максимізація ефективності діяльності з урахуванням реальних нелінійних тенденцій змін значень показників та їх взаємозв'язку
15	Метод STEM	Евристичний вибір змін значень критеріїв	Розв'язок оптимальний за Парето	Максимізація ефективності діяльності з урахуванням переваг в змінах значень показників
16	Методи з використанням нечіткої логіки	Втрата чітких границь змін критеріїв	Можливість використання в умовах повної або часткової визначеності та використання неметричних величин	Максимізація ефективності діяльності з урахуванням умов невизначеності функціонування
17	Метод <i>FFANN</i>	Необхідність програмної реалізації в спеціальних програмних середовищ	Використання інформації ОПР та діалогова процедура пошуку розв'язку	Максимізація ефективності діяльності підприємства з відшуканням оптимальних значень показників з урахуванням пріоритетних напрямів функціонування
18	Методи, які використовують генетичні алгоритми на імітаційні моделі	Складність обчислень, необхідність програмної реалізації в спеціальних програмних середовищ	Використання апроксимації, універсальних процедур пошуку	Максимізація ефективності діяльності підприємства з урахуванням тенденцій змін значень показників

Отже, метамодель багатокритеріальної оптимізації збалансованої системи показників оцінки діяльності підприємства така:

Знайти максимум рівня ефективності діяльності підприємства:

$$F = \{f_{\Phi C}, f_{СВБП}, f_{КС}, f_{СНІРП}\} \rightarrow \max,$$

де $f_{\Phi C}, f_{СВБП}, f_{КС}, f_{СНІРП}$ – частинні критерії оцінки діяльності підприємства (перший рівень):

фінансової складової (ФС): $f_{\Phi C} = f(x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{17}) \rightarrow \max,$

складової внутрішніх бізнес процесів (СВБП):

$$f_{СВВП} = f(x_{22}, x_{24}, x_{25}, x_{26}, x_{27}, x_{28}, x_{29}, x_{30}) \rightarrow \max,$$

клієнтської складової (КС):

$$f_{КС} = f(x_{32}, x_{33}, x_{35}, x_{36}, x_{37}) \rightarrow \max,$$

складової навчання й розвитку персоналу (СНРП):

$$f_{СНРП} = f(x_{41}, x_{42}, x_{43}, x_{44}) \rightarrow \max,$$

частинні критерії складових діяльності підприємства (другий рівень):

$$\begin{array}{lll} f_{11} = f(x_{11}) \rightarrow \max, & f_{25} = f(x_{25}) \rightarrow \min, & f_{33} = f(x_{33}) \rightarrow \max, \\ f_{12} = f(x_{12}) \rightarrow \max, & f_{26} = f(x_{26}) \rightarrow \min \max, & f_{35} = f(x_{35}) \rightarrow \max, \\ f_{13} = f(x_{13}) \rightarrow \max, & f_{27} = f(x_{27}) \rightarrow \max, & f_{36} = f(x_{36}) \rightarrow \max, \\ f_{14} = f(x_{14}) \rightarrow \max, & f_{28} = f(x_{28}) \rightarrow \max, & f_{37} = f(x_{37}) \rightarrow \min \max, \\ f_{15} = f(x_{15}) \rightarrow \max, & f_{29} = f(x_{29}) \rightarrow \max, & f_{41} = f(x_{41}) \rightarrow \min \max, \\ f_{17} = f(x_{17}) \rightarrow \max, & f_{30} = f(x_{30}) \rightarrow \min \max, & f_{42} = f(x_{42}) \rightarrow \max, \\ f_{22} = f(x_{22}) \rightarrow \max, & f_{32} = f(x_{32}) \rightarrow \min \max, & f_{43} = f(x_{43}) \rightarrow \max, \\ f_{24} = f(x_{24}) \rightarrow \max, & & f_{44} = f(x_{44}) \rightarrow \min \max. \end{array}$$

Таким чином, існування великого набору методів розв'язування БОЗ в моделюванні збалансованої системи показників надає широкі можливості для управління діяльністю підприємства. Це, по-перше, визначення реально можливого досягнення максимального рівня ефективності діяльності на основі оптимальних значень основних показників діяльності, структурованих за основними критеріями діяльності, по-друге, визначення умов стійкості функціонування підприємства зі збереженням відповідного рівня ефективності діяльності, в-третьє, отримання оптимальних значень показників діяльності, які можна використовувати як еталонні при здійсненні оцінки діяльності та обґрунтування планових і бажаних значень показників при розробленні та коригуванні стратегій на підприємстві.

Список використаної літератури

1. Воронин А. Н. Иерархические модели принятия решений в многокритериальных задачах. International book series "Information science and computing" Інтернет ресурс - http://www.foibg.com/ibs_isc/ibs-03/IBS-03-p11.pdf

2. Вітлінський В. В. Економічний ризик і методи його вимірювання: [підр.] / В. В. Вітлінський, С. І. Наконечний, О. Д. Шарапов. – К. : ІЗМН, 1996. – 400 с.
3. Кизим М. О. Оцінка і діагностика фінансової стійкості підприємства : монографія / М. О. Кизим, В. А. Забродський, В. А. Зінченко, Ю. С. Копчак. – Х. : ВД «ІНЖЕК», 2003. – 144 с.
4. Клебанова Т.С. Механизмы и модели управления кризисными ситуациями / Т. С. Клебанова, Л. С. Гурьянова, А. Т. Рогович ; под ред. Т. С. Клебановой. – Харьков: ИД «ИНЖЭК», 2007. – 200 с.
5. Пономаренко В. С. Аналіз даних у дослідженнях соціально-економічних систем : монографія / В. С. Пономаренко, Л. М. Малярець. – Х. : ВД "ІНЖЕК", 2009. – 432 с.
6. Морозов О.О. Багатокритеріальна оптимізація складних організаційно-технічних систем за умови невизначеності інформації. Збірник наукових праць Академії внутрішніх військ МВС України. Вип. 1 (21), 2013. с. 36 -40.
7. Экономика-математические методы и модели : [учеб. пособие] / под общ. ред. А. В. Кузнецова. – Мн. : БГЭУ, 1999. – 416 с.
8. Афонин П. Система оптимизации на основе имитационного моделирования, генетического алгоритма и нейросетевых метамоделей. XIII-th International conference “Knowledge-Dialogue-Solution”. June 18-24, 2007, Varna (Bulgaria). Інтернет ресурс - <http://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/get/3926>
9. Y.Jin, M.Olhofer; B.Sendhoof. A framework for evolutionary optimization with approximate fitness functions. IEEE Transactions on Evolutionary Computation, Vol.6, No.5, pp.481-494, 2002.
10. K.Rasheed, H.Hirsh, 2000. Informed operators: Speeding up genetic-algorithm-based design optimization using reduced models. In Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO-2000), Las Vegas, Morgan Kaufmann, pp. 628–635, 2000.
11. A.Persson, H.Grimm, A.Ng. Metamodel-assisted global search using a probing technique. In Proceedings of The IAENG International Conference on

Artificial Intelligence and Applications (ICAIA'07), 2007.

12. Орловский, С. А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации [Текст] / С. А. Орловский. – М.: Наука, 1981. – 203 с.

Малярець Л. М., Мінєнкова О. В.

Вирішення проблем багатокритеріальності в оцінці діяльності підприємства на основі методів багатокритеріальної оптимізації

В статті обґрунтована доцільність використання методів багатокритеріальної оптимізації для вирішення проблем багатокритеріальності в оцінці діяльності підприємства. Проведено аналіз сучасних методів багатокритеріальної оптимізації. Розглянуто різні класифікаційні ознаки багатокритеріальних оптимізаційних задач. Детально проведений аналіз методів багатокритеріальної оптимізації таких як: без участі ОПП; які ґрунтуються на скалярній згортці критеріїв в один; використовують обмеження на критерії; головного критерію; послідовних поступок; цільового програмування; де застосовується принцип гарантованого результату; Штойєра-Чу; STEM; з використанням нечіткої логіки; *FFANN*; які використовують генетичні алгоритми на імітаційні моделі. Виокремлено переваги та недоліки розглянутих методів розв'язування задач багатокритеріальної оцінки діяльності підприємства на основі збалансованої системи показників. Існування великого набору методів розв'язування БОЗ в моделюванні збалансованої системи показників надає широкі можливості для управління діяльністю підприємства.

В статті пропонована метамодель багатокритеріальної оптимізації збалансованої системи показників оцінки діяльності підприємства.

Ключові слова: оцінка діяльності підприємства, багатокритеріальність, багатокритеріальна задача оптимізації, частинні критерії, збалансована система показників.

Малярец Л. М., Миненкова Е. В.

Решение проблем многокритериальности в оценке деятельности предприятия на основе методов многокритериальной оптимизации

В статье обоснована целесообразность использования методов многокритериальной оптимизации для решения проблем многокритериальности в оценке деятельности предприятия. Проведен анализ современных методов многокритериальной оптимизации. Рассмотрены различные классификационные признаки многокритериальных оптимизационных задач. Подробно проведен анализ методов многокритериальной оптимизации таких как: без участия ЛПР; основанные на скалярной свертке критериев в один; с использованием ограничения на критерии; главного критерия; последовательных уступок; целевого программирования; где применяется принцип гарантированного результата; Штойера-Чу; STEM; с использованием нечеткой логики; FFANN; которые используют генетические алгоритмы на имитационные модели. Выделены преимущества и недостатки рассмотренных методов решения задач многокритериальной оценки деятельности предприятия на основе сбалансированной системы показателей. Существование большого набора методов решения МОЗ в моделировании сбалансированной системы показателей предоставляет широкие возможности для управления деятельностью предприятия.

В статье предлагается метамодель многокритериальной оптимизации сбалансированной системы показателей оценки деятельности предприятия.

Ключевые слова: оценка деятельности предприятия, многокритериальность, многокритериальная задача оптимизации, частные критерии, сбалансированная система показателей.

Відомості про авторів

Малярець Людмила Михайлівна – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри вищої математики та економіко-математичних методів Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця.

Контактна інформація: 0505244807 malyarets@ukr.net kafmath@hneu.ua

Мінєнкова Олена Вадимівна – викладач, здобувач кафедри вищої математики та економіко-математичних методів Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця.

Контактна інформація: 0950791597 elenkavl21@ramler.ru

Малярець Людмила Михайловна – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой высшей математики и экономико-математических методов Харьковского национального экономического университета имени Семена Кузнеця.

Контактна інформація: 0505244807 malyarets@ukr.net kafmath@hneu.ua

Миненкова Елена Вадимовна – преподаватель, соискатель кафедры высшей математики и экономико-математических методов Харьковского национального экономического университета имени Семена Кузнеця.

Контактная информация: 0950791597 elenkavl21@ramler.ru

Официальное написание на английском языке:

Malyarets Lyudmyla M.

Minenkova Olena V.

Контактное лицо – Миненкова Е. В.

Почтовый адрес для отправки экземпляра журнала:

Миненкова Е. В., ул. С. Грицевца 47, кв. 5, Харьков, 61172

Представленный материал раньше не публиковался и в другие издания не направлялся.