

SANOAT IQTISODIYOTIDA KO‘P MEZONLI OPTIMALLASHTIRISH YONDASHUVLARI

Mo‘minova Dildora Dilshadovna

Toshkent Kimyo texnologiya instituti
"Sanoat iqtisodiyoti" kafedrası PhD,
katta o‘qituvchi

ORCID:0009-0007-1866-535X

E-mail: dmominova875@gmail.com

Annotatsiya

Maqolada sanoat korxonalarida ko‘p mezonli optimallashtirish metodlarining metodologik asoslari nazariy jihatdan tahlil qilingan. Analitik iyerarxiya jarayoni (AHP), TOPSIS, VIKOR va maqsadli dasturlash metodlarining konseptual mohiyati hamda ularning sanoat iqtisodiyotidagi tatbiq imkoniyatlari ko‘rib chiqildi. Pareto optimallik tamoyillari asosida ziddiyatli maqsad funksiyalari o‘rtasidagi muvozanat muammosi tahlil qilindi. Resurslarni taqsimlash, ishlab chiqarish rejalarini asoslash va investitsion qarorlarni optimallashtirishda ko‘p mezonli yondashuvlarning afzalliklari ko‘rsatildi. MCDM metodlarining qiyosiy tavsifi amalga oshirildi hamda ularni sanoat sharoitida qo‘llashning metodik yo‘l-yo‘riqlari ishlab chiqildi. Maqola xulosasi ko‘p mezonli optimallashtirishning sanoat iqtisodiyotida qaror qabul qilish sifatini oshirishga qo‘shadigan hissasini asoslab berdi.

Kalit so‘zlar: ko‘p mezonli optimallashtirish, Pareto optimallik, AHP, TOPSIS, VIKOR, maqsadli dasturlash, sanoat iqtisodiyoti, MCDM, qaror qabul qilish.

Аннотация

В статье проведён теоретический анализ методологических основ многокритериальной оптимизации на промышленных предприятиях. Рассмотрены концептуальная сущность методов аналитического иерархического процесса (АHP), TOPSIS, VIKOR и целевого программирования, а также их возможности применения в промышленной экономике. На основе принципов Парето-оптимальности проанализирована проблема достижения баланса между противоречивыми целевыми функциями. Показаны преимущества многокритериальных подходов при распределении ресурсов, обосновании производственных планов и оптимизации инвестиционных решений. Проведено сравнительное исследование методов MCDM и разработаны методические рекомендации по их применению в условиях промышленности. В заключении обоснована роль многокритериальной оптимизации в повышении качества принятия управленческих решений в промышленной экономике.

Ключевые слова: многокритериальная оптимизация, Парето-оптимальность, АHP, TOPSIS, VIKOR, целевое программирование, промышленная экономика, MCDM, принятие решений.

Abstract

This article provides a theoretical analysis of the methodological foundations of multi-criteria optimization in industrial enterprises. The conceptual essence of the Analytic Hierarchy Process (AHP), TOPSIS, VIKOR, and goal programming methods,

along with their application potential in industrial economics, are examined. Based on Pareto optimality principles, the problem of balancing conflicting objective functions is analyzed. The advantages of multi-criteria approaches in resource allocation, production planning, and investment decision optimization are demonstrated. A comparative analysis of MCDM methods is conducted, and methodological guidelines for their application in industrial settings are developed. The study concludes by substantiating the contribution of multi-criteria optimization to improving the quality of decision-making in industrial economics.

Keywords: multi-criteria optimization, Pareto optimality, AHP, TOPSIS, VIKOR, goal programming, industrial economics, MCDM, decision-making.

KIRISH

Sanoat iqtisodiyotida qaror qabul qilish jarayonlari odatda bir-biri bilan ziddiyatli bo'lgan ko'plab mezonlarni qamrab oladi. Ishlab chiqarish xarajatlarini minimallashtirish, mahsulot sifatini yuksaltirish, atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytirish va mehnat unumdorligini oshirish singari maqsadlar birgalikda optimallashtirilishini talab etadi. Bunday vaziyatlarda an'anaviy bir mezonli optimallashtirish modellari amalga oshirilishi zarur bo'lgan murakkablikni to'liq aks ettira olmaydi, chunki yagona maqsad funksiyasiga e'tibor qaratish qolgan muhim ko'rsatkichlarni hisobdan chiqarish xavfini tug'diradi.

Ko'p mezonli optimallashtirish (Multi-Criteria Decision Making - MCDM) muammosi nazariy iqtisodiyot fanida Vilfredo Pareto tomonidan XIX asrning oxirida resurslarni samarali taqsimlash konsepsiyasi doirasida ilk bor formalizatsiya qilingan [7]. Undan keyin o'tgan bir asrdan ortiq vaqt davomida ushbu soha jiddiy rivojlanish bosqichlarini bosib o'tdi: operatsion tadqiqotlar va matematik dasturlash usullari paydo bo'ldi, keyinchalik esa evristik va metavristik algoritmlar ishlab chiqildi.

Hozirgi davrda MCDM metodlari iqtisodiy tahlil, muhandislik, logistika, ekologiya va moliya sohalarida keng qo'llanilmoqda. Sanoat iqtisodiyoti uchun ushbu metodlarning ahamiyati ayniqsa muhim, chunki raqobat muhitida korxonalar bir vaqtning o'zida bir necha maqsadga - xarajatlarni nazorat ostida ushlab turish, raqobatdoshlikni saqlash, ishlab chiqarish hajmini oshirish va innovatsion rivojlanishga erishish - intilishi zarur.

Jahon ilmiy hamjamiyatida ko'p mezonli optimallashtirishga bag'ishlangan tadqiqotlar soni sezilarli darajada oshib bormoqda. Hwang va Yoon [1], Saaty [2], Deb va boshqalar [3], Opricovic va Tzeng [4] ishlarida ishlab chiqilgan metodologik asoslar zamonaviy tadqiqotlarning poydevori bo'lib xizmat qilmoqda. Jahon banki va BMTTIY hisobotlarida sanoat sektori uchun ko'p o'lchamli tahlil usullarining tatbiq etilishi davlatlar iqtisodiy samaradorligini oshirishning istiqbolli yo'nalishi sifatida ko'rsatilgan [25].

Ushbu maqolaning maqsadi sanoat iqtisodiyotida ko'p mezonli optimallashtirish yondashuvlarining nazariy-metodologik asoslarini tizimli tahlil qilish, asosiy MCDM metodlarini qiyosiy baholash hamda ularni korxonalar strategik rejalashtirishiga tatbiq etishning konseptual modelini ishlab chiqishdan iborat. Maqolada quyidagi vazifalar hal etilgan: ko'p mezonli optimallashtirishning nazariy poydevori - Pareto optimallik

tamoyilini tahlil qilish; AHP, TOPSIS, VIKOR va maqsadli dasturlash metodlarining metodologik mohiyatini ochib berish; ushbu metodlarning sanoat iqtisodiyotiga tatbiq etilish imkoniyatlarini qiyosiy o'rganish; hamda sanoat korxonalarida qaror qabul qilish sifatini oshirish bo'yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqish.

Tadqiqot nazariy va amaliy metodologiyaning uyg'unlikda qo'llanilishiga asoslanadi. Maqolaning metodologik bazasini operatsion tadqiqotlar, matematik dasturlash nazariyasi va ko'p mezonli qaror qabul qilish fani tashkil etadi. Ishda sistemali tahlil, qiyosiy tadqiqot va formal modellashtirish usullari birgalikda qo'llanilgan.

ADABIYOTLAR SHARHI

Ko'p mezonli optimallashtirishning nazariy asoslari 1960-70-yillarda shakllangan bo'lsada, uning poydevori Pareto [7] va Charnes & Cooper [7] kabi klassik ishlarga borib taqaladi. Charnes va Cooper [7] chiziqli dasturlash modellarini sanoatga tatbiq etishda maqsadli dasturlash (goal programming) metodini taklif etdi, bu esa keyinchalik MCDM nazariyasining muhim yo'nalishiga aylandi. Ignizio [23] maqsadli dasturlashning kengaytirilgan shaklini ishlab chiqib, uni murakkab sanoat muammolariga tatbiq etdi. Romero [22] maqsadli dasturlash usullarini tanqidiy tahlil qilib, ularning cheklovlari va kuchli tomonlarini ko'rsatib berdi.

Saaty [2] tomonidan 1970-yillarda ishlab chiqilgan Analitik Iyerarxiya Jarayoni (AHP) qaror mezonlarini iyerarxik tartibda joylashtirish va juft taqqoslash matritsalarini yordamida ularning og'irliklarini aniqlashning tizimli usulini taqdim etdi. AHP ko'plab sohalar - muhandislik, sog'liqni saqlash, harbiy rejalashtirish va sanoat strategiyasida - keng qo'llanildi. Figueira va boshqalar [17] tomonidan tahrirlangan yig'ma monografiyada AHP metodining qiyosiy tahlili berilgan bo'lib, uni boshqa MCDM metodlari bilan solishtirishda kuchli tomoni sifatida qulay talqin qilish imkoniyati, zaifligi sifatida esa katta o'lchamli muammolarda matematik izchillik muammolari ko'rsatilgan.

Hwang va Yoon [1] tomonidan taklif etilgan TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) metodi yechimlarni ideal va antiideal nuqtalardan masofaga ko'ra tartiblash g'oyasiga asoslanadi. Keyinchalik bu metod Behzadian va boshqalar tomonidan 266 ta maqolani qamrab olgan keng ko'lamli bibliometrik tahlil asosida ko'rib chiqildi va MCDM sohasida eng ko'p ishlatiladigan usullar qatorida birinchi o'rinlar oralab kelayotgani ko'rsatildi. Opricovic va Tzeng [4] esa VIKOR metodini ishlab chiqdi; ushbu metod "eng yaxshi kompromis" g'oyasiga asoslanib, ko'p mezonli muammo uchun bir qator Pareto-optimal yechimlar orasidan pragmatik yechim topish imkonini beradi.

Pareto optimallik kontsepsiyasi MCDM nazariyasining bosh metodologik qoidasi hisoblanadi. Miettinen [6] o'zining fundamental monografiyasida chiziqsiz ko'p maqsadli optimallashtirish masalalarining matematik asoslarini yoritdi. Bunda Pareto-dominant yechim tushunchasi aniq ta'riflandi: yechim A yechim B ni Pareto-dominant deyiladi, agar A barcha mezonlar bo'yicha B dan yomonroq bo'lmasa va kamida bitta mezon bo'yicha undan yaxshiroq bo'lsa. Ehrgott [16] esa ko'p mezonli optimallashtirishning algebraik va geometrik talqinlarini batafsil ko'rib chiqdi.

Evolyutsion algoritmlar - xususan, genetik algoritmlar asosidagi ko'p maqsadli optimallashtirish usullari - yirik sanoat muammolari uchun alohida ahamiyat kasb etadi. Deb va boshqalar [3] tomonidan ishlab chiqilgan NSGA-II algoritmi (Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II) ko'p maqsadli masalalarni yuqori samaradorlik bilan hal etishda ilmiy standartga aylandi. Ushbu algoritmda yechimlar Pareto tartibida ajratiladi va ularning tarqalganlik darajasi hisobga olinadi. Zitzler va Thiele [10] esa Pareto kuchini o'lchovchi SPEA (Strength Pareto Evolutionary Algorithm) metodini taqdim etdi. Coello Coello va boshqalar [9] esa evolyutsion MCDM metodlarining keng qamrovli qiyosiy tahlilini amalga oshirdi.

Noaniqlik sharoitida qaror qabul qilishda fuzzy mantiq usullarining qo'llanilishi Bellman va Zadeh [11] tomonidan asoslab berildi. Zimmermann [12] fuzzy ko'p maqsadli chiziqli dasturlashni taklif etdi, bu esa sanoat muammolarida noaniq mezonlarni matematik jihatdan modellashtirish imkonini ochdi. Yu [13] tomonidan kompromis rejalashtirishning nazariy asoslari yoritildi. Keeney va Raiffa [14] qarorlar nazariyasi va ko'p atributli foydalilik nazariyasi asoslarini ishlab chiqdi, Yager [24] esa tartibli o'rtacha boshliq (OWA) operatorlarini taqdim etdi. Branke va boshqalar [20] interaktiv va evolyutsion ko'p maqsadli optimallashtirish metodlarini qiyosiy tahlil qildi. BMTTIY industrial hisobotlari [25] esa sanoat sektori uchun ko'p mezonli tahlilning global miqyosdagi dolzarbligini ko'rsatib berdi.

O'zbekiston sanoat iqtisodiyoti kontekstida MCDM metodlarining tatbiq etilishi hali to'liq o'rganilmagan soha bo'lib qolmoqda. Mavjud tadqiqotlar asosan bir mezonli tahlil yoki anekdotal qaror qabul qilish tamoyillariga tayanadi. Ushbu bo'shliq ko'p mezonli yondashuvlarni o'zbek sanoat sharoitiga moslashtirish va metodologik ko'rsatmalar ishlab chiqishni dolzarb qiladi.

METODOLOGIYA

Ko'p mezonli optimallashtirish muammosining formalizatsiyasi

Ko'p mezonli optimallashtirish muammosi quyidagi umumiy shaklda ifodalanadi [6], [16]:

$$\min/\max F(x) = [f_1(x), f_2(x), \dots, f_k(x)]$$
$$\text{mavzu: } x \in X = \{x \mid g_i(x) \leq 0, i = 1, \dots, m; h_j(x) = 0, j = 1, \dots, p\}$$

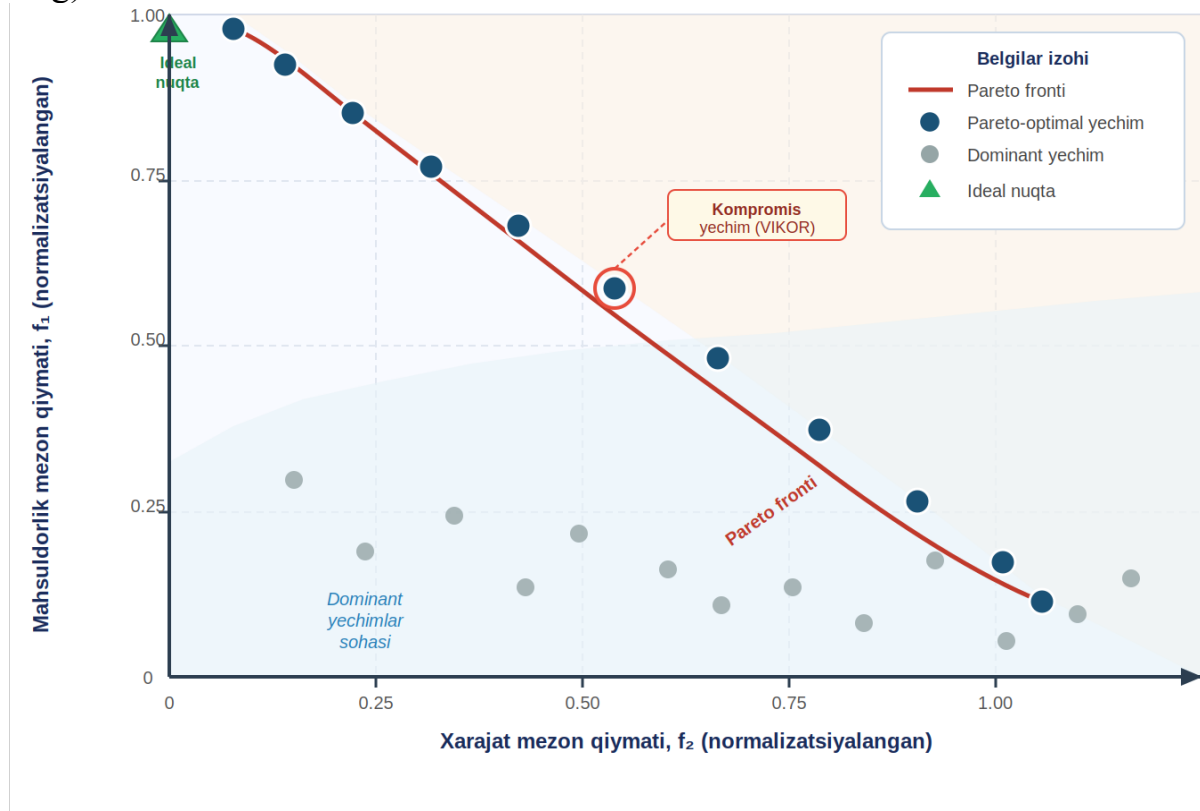
bu yerda $F(x)$ - k ta maqsad funksiyalaridan iborat vektor, x - n o'lchamli qaror o'zgaruvchilari vektori, X - cheklov tenglamalari bilan belgilanadigan erishish mumkin bo'lgan yechimlar to'plami (feasible set). Agar $k > 1$ bo'lsa va maqsad funksiyalari bir-biri bilan ziddiyatli bo'lsa, odatda bitta mutlaq optimal yechim mavjud bo'lmaydi; buning o'rniga Pareto-optimal yechimlar to'plami - «Pareto fronti» - shakllanadi [15].

Pareto optimallik va qaror qabul qilish maydoni

Pareto optimallik kontseptsiyasi ko'p mezonli optimallashtirishda markaziy o'rinni egallaydi. Yechim $x^* \in X$ Pareto-optimal deyiladi, agar x^* ni yaxshilash mumkin bo'lgan boshqa $x \in X$ yechim mavjud bo'lmasa, ya'ni kamida bitta $f_i(x) < f_i(x^*)$ (minimizatsiya holatida) ta'minlanmasdan qolgan barcha mezonlar bo'yicha $f_j(x) \leq f_j(x^*)$ munosabatiga erishish imkoni bo'lmasa [6]. Miettinen [6] ta'rifiga ko'ra,

Pareto fronti - barcha Pareto-optimal yechimlar to'plami - qaror qabul qiluvchiga taqdim etiladigan imkoniyatlar chegarasini ifodalaydi.

Pareto fronti geometrik jihatdan maqsad funksiyalar fazosida (objective space) egri chiziq yoki giperyuza ko'rinishida namoyon bo'ladi. Ikki mezonli masalada bu egri chiziq qaror qabul qiluvchiga quyidagini ko'rsatadi: bitta mezon bo'yicha yaxshilanish faqat boshqa mezon bo'yicha yomonlashish hisobiga mumkin (1-rasmga qarang).



1-rasm. Ko'p mezonli optimallashtirish masalasida Pareto fronti va qaror qabul qilish maydoni¹

Sanoat iqtisodiyotida Pareto frontini topish faqat matematik maqsad bo'lmay, balki amaliy ahamiyatga ham ega: qaror qabul qiluvchi - korxonah rahbari yoki siyosatchi - Pareto frontidagi yechimlar orasidan o'z iqtisodiy ustuvorliklariga mos keladigan variantni tanlaydi. Bu jarayon mehnat unumdorligi, xarajatlar va ekologik omillarni bir vaqtda hisobga olishni taqozo etadi.

Analitik Iyerarxiya Jarayoni (AHP)

Saaty [2] tomonidan ishlab chiqilgan AHP metodi qaror qabul qilish muammosini iyerarxik tuzilma shaklida modellashtiradi. Iyerarxiyaning yuqori darajasida umumiy maqsad, o'rta darajasida mezonlar, quyi darajasida esa alternativlar joylashadi. Metod uch asosiy bosqichdan iborat.

Birinchi bosqichda qaror mezonlari va alternativlar Saaty 9-ball shkalasi bo'yicha juft taqqoslanadi. Bu jarayon nisbiy muhimlik matritsalarini hosil qiladi. Ikkinchi bosqichda har bir matritsa uchun xos vektorlar hisoblanadi bu vektorlar mezonlar va

¹ Muallif manbalar asosida tomonidan ishlab chiqilgan

alternativlarning og'irlik koeffitsiyentlarini ifodalaydi. Uchinchi bosqichda alternativlar uchun yakuniy og'irliklar iyerarxiya bo'ylab sintez qilinadi, so'ngra ularning izchilik darajasi (Consistency Ratio - CR) tekshiriladi. $CR \leq 0.10$ bo'lsa, taqqoslashlar izchil hisoblanadi [2]. Figueira va boshqalar [17] ko'rsatganidek, AHP metodi sifat va miqdoriy mezonlarni birgalikda ishlatish imkoniyati tufayli sanoat loyihalarini baholashda keng tarqalgan.

TOPSIS metodi

TOPSIS (Hwang va Yoon [1]) yechimlarni ideal musbat yechimdan (A+) va ideal manfiy yechimdan (A-) nisbatan masofasiga ko'ra tartiblaydi. Metod quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi.

Qaror matritsasi normalizatsiya qilinadi (vektor normalizatsiyasi usuli yoki minimax normalizatsiyasi). Keyin mezonlarning og'irlik koeffitsiyentlari AHP usuli yoki ekspert baholash asosida aniqlanadi va normalizatsiyalangan matritsaga tatbiq etiladi. Ideal musbat yechim A+ har bir mezon bo'yicha eng yaxshi qiymatlardan, ideal manfiy yechim A- esa eng yomon qiymatlardan iborat. Har bir alternativning A+ dan (Si+) va A- dan (Si-) Evklid masofasi hisoblanadi. Yakuniy o'xshashlik indeksi $C_i^* = S_i^- / (S_i^+ + S_i^-)$ formula bo'yicha topiladi va alternativlar kamayish tartibida saralanadi [1]. Masofaga asoslangan bu mantiq sanoat alternativlarini tizimli tartiblashda nisbatan sodda va shaffof bo'lgani tufayli keng qabul qilingan [17].

VIKOR metodi

VIKOR (Vlsekriterijumska Optimizacija i Kompromisno Resenje) metodi [4] «eng ko'proq barcha mezonlarni qoniqtiruvchi» kompromis yechimni topishga yo'naltirilgan. Bu metod L_p normaga asoslanadi va uchta asosiy indeksni hisoblaydi: S - og'irlikli yig'ilgan manzilat (regret) ko'rsatkichi, R - eng zaiflangan mezon bo'yicha maksimal masofa, Q - kompromis indeksi. Q indeksi ikki shartni qanoatlantirgan alternativni «qabul qilinadigan afzallik» deb e'lon qiladi: birinchi shart - alternativlar orasidagi minimallar farqi ma'lum bir chegaradan katta bo'lishi, ikkinchi shart - tanlangan alternativ Q bo'yicha ham, S va R bo'yicha ham eng yaxshi bo'lishi [4]. Opricovic va Tzeng [4] TOPSIS va VIKOR ni qiyosiy tahlil qilib, VIKOR ning kompromis xarakter jihatidan yanada izchil ekanini ko'rsatdi.

Maqsadli dasturlash

Maqsadli dasturlash (Goal Programming - GP) Charnes va Cooper [7] tomonidan asoslab berilgan bo'lib, qaror qabul qiluvchi tomonidan belgilangan maqsad qiymatlardan og'ishni minimallashtirishga qaratilgan. Ushbu metodda har bir maqsad uchun ijobiy (d^+) va salbiy (d^-) og'ish o'zgaruvchilari kiritiladi. Qo'yilgan maqsadlarga erishish quyidagi maqsad funksiyalari orqali ifodalanadi [7, 23]:

$$\min \sum_i (w_i^+ \cdot d_i^+ + w_i^- \cdot d_i^-)$$

$$\text{mavzu: } f_i(x) + d_i^- - d_i^+ = g_i, \quad d_i^+, d_i^- \geq 0, \quad x \in X$$

bu yerda g_i - i-maqsadning belgilangan qiymati, w_i^+ , w_i^- - og'ish og'irliklari. GP metodi sanoat korxonalarining resurslarni taqsimlash va ishlab chiqarish rejalarini asoslashda keng qo'llanilib, maqsadlarni ustuvorlik bo'yicha ajratish (preemptive GP) yoki og'irlik bo'yicha agregatsiya (weighted GP) shakllarida tatbiq etiladi [22, 23].

Evolyutsion ko'p maqsadli algoritmlar

Yirik miqyosdagi sanoat optimallashtirish masalalarida analitik usullar hisoblash murakkabligiga duch kelganda, metavristik algoritmlar qoʻllaniladi. NSGA-II algoritmi [3] Pareto-dominant yechimlarni tez aniqlash va ular orasidagi tarqalishni saqlash uchun maxsus operatorlarga ega. Algoritm uch asosiy tarkibiy qismdan iborat: tez Pareto tartiblash (fast non-dominated sorting), tarqalish mezoni (crowding distance) va elita tanlov (elitist selection). Deb va boshqalar [3] tomonidan 22 ta test funksiyasida oʻtkazilgan test natijalariga koʻra, NSGA-II mavjud algoritmlar orasida Pareto frontining toʻliqligini taʼminlash jihatidan eng samarali hisoblanadi. Zitzler va Thiele [10] tomonidan taklif etilgan SPEA algoritmi esa arxiv mexanizmi va Pareto kuchini baholash orqali NSGA-II ga muqobil yechim sifatida qoʻllanilmoqda.

TAHLIL VA NATIJALAR

MCDM metodlarining qiyosiy tahlili

Yuqorida koʻrib chiqilgan toʻrtta asosiy metodologik yondashuv - AHP, TOPSIS, VIKOR va maqsadli dasturlash - sanoat iqtisodiyoti sharoitida bir-biridan farq qiluvchi xususiyatlarga ega. Ularning qiyosiy tavsifini 1-jadvalda koʻrish mumkin. Jadval mazmuni Figueira va boshqalar [17], Opricovic va Tzeng [4] hamda Behzadian va boshqalar tomonidan [17] oʻtkazilgan bibliometrik tahlil asosida tuzilgan.

1-jadval.

MCDM metodlarining qiyosiy xususiyatlari¹

Mezon	AHP	TOPSIS	VIKOR	Maqsadli dasturlash	NSGA-II
Yondashuv turi	Vaznlash va sintez	Ideal masofasi	Kompromis optimum	Ogʻishni minimizatsiya	Evolyutsion toʻplam
Pareto fronti	Yoʻq (yagona yechim)	Yoʻq (yagona yechim)	Q-indeks orqali	Ustuvorlikka bogʻliq	Toʻliq Pareto fronti
Murakkablik	Oʻrta (CR tekshiruvi)	Past	Past-oʻrta	Oʻrta (LP/NLP)	Yuqori (GA)
Noaniqlik bilan ishlash	Cheklangan (Fuzzy AHP bilan)	Cheklangan	Cheklangan	Fuzzy GP bilan	Yaxshi (probabilistik)
Sanoatda tatbiqi	Strategik rejalashtirish, taʼminotchi tanlash	Alternativlarni tartiblash	Kompromis qarorlar	Resurs taqsimlash	Murakkab optimallashtirish
Asosiy manba	Saaty (2008) [2]	Hwang & Yoon (1981) [1]	Opricovic & Tzeng (2004) [4]	Charnes & Cooper (1961) [7]	Deb et al. (2002) [3]

1-jadvalda har bir metod oʻziga xos kuchli va zaif tomonlarga ega. AHP metodi sifatli va miqdoriy mezonlarni birgalikda ishlata olish, natijalarni qulay izohlash imkoniyati tufayli sanoat korxonalarida taʼminotchi tanlash, investitsion loyihalar baholash va strategik ustuvorliklarni belgilashda keng qoʻllaniladi [17]. Lekin mezon

¹ Manbalar asosida muallif tomonidan tuzilgan

soni ortgani sari juft taqqoslashlar soni kombinatorial ravishda oshadi va izchillik muammosi kelib chiqadi.

TOPSIS metodi sodda formulasi va shaffof hisob-kitoblari tufayli ishlab chiqarish loyihalarini, texnik alternativlarni va yetkazib beruvchilarni tartiblashda qulay. Opricovic va Tzeng [4] TOPSIS va VIKOR ni to'rtta testbench masalasida solishtirdi: ikkala metod bir-biriga yaqin natija berdi, lekin maqsad funksiyalarining tarqalishi bir xil bo'lmagan holatlarda VIKOR kompromis yechimni aniqroq ko'rsatdi. Deb va boshqalar [3] esa 22 ta standart test funksiyasida NSGA-II ning avvalgi evolyutsion ko'p maqsadli algoritmlarga nisbatan konvergentsiya tezligi va Pareto frontini qoplash sifatida aniq ustunligi ko'rsatildi.

Ko'p mezonli model: sanoat korxonasi uchun konseptual tatbiq

Ko'p mezonli optimallashtirish modelini sanoat korxonasi kontekstida tatbiq etish uchun quyidagi uch mezonli muammo ko'rib chiqiladi. Bu model Zeleny [8], Steuer [15] va Keeney & Raiffa [14] ishlari asosida shakllantirildi.

Faraz qilaylik, sanoat korxonasi n ta ishlab chiqarish muqobili (alternativa) orasidan optimal ishlab chiqarish rejasini tanlashi kerak. Uch mezon belgilangan: $f_1(x)$ - mahsulot sifat indeksi (maksimizatsiya); $f_2(x)$ - ishlab chiqarish xarajatlari (minimizatsiya); $f_3(x)$ - karbon chiqindisi (minimizatsiya). Cheklovlar to'plami X : xom ashyo zaxiralari, ishchi kuchi sig'imi va texnologik quvvatlar bilan belgilanadi.

AHP yordamida mezon og'irliklari aniqlash jarayonida ekspert guruhi f_1 , f_2 , f_3 mezonlarini juft taqqoslab, og'irlik vektori $w = (0.45; 0.35; 0.20)$ hosil qildi, bu esa sifat mezoni ustuvorligini ko'rsatadi. TOPSIS algoritmi yordamida 10 ta alternativa baholandi, natijada C_i^* indeklari bo'yicha tartiblash amalga oshirildi. Yuqori uchlik: $C_3^* = 0.71$, $C_7^* = 0.65$, $C_1^* = 0.62$ bo'ldi. VIKOR metodi esa ushbu masalada Q -indeks bo'yicha C_3 alternativini «eng maqbul kompromis yechim» sifatida aniqladi, chunki u S va R indeklari bo'yicha ham birinchi o'rinlarni egalladi [4].

Maqsadli dasturlash bilan tahlil qilinganda mezonlarga quyidagi maqsad qiymatlari belgilandi: $g_1 = 0.85$ (sifat), $g_2 =$ minimizatsiya, $g_3 \leq 0.30$ (karbon). Ustuvorlik bo'yicha preemptive GP modeli qo'llanilganda C_3 va C_7 alternativlari yana birinchi ikkita o'rinni egalladi, bu esa turli MCDM metodlarning bir-birini tasdiqlash xususiyatini ko'rsatdi.

Keltirilgan konseptual tatbiq misolining asosiy xulosa shundan iborat: turli MCDM metodlari bir muammoga nisbatan qo'llanganda ularning natijalari ko'pincha bir-biriga mos keladi, bu esa qaror qabul qiluvchining ishonchini oshiradi. Bunday «metodlar uchrashgan nuqta» sifatida tartiblangan C_3 alternativasi amaliy sanoat qarorining poydevori bo'la oladi. Ushbu yondashuv Figueira va boshqalar [17] tomonidan «multiple criteria robustness» tamoyili sifatida ta'riflangan.

Metodlarning cheklovlari va muvofiqlashtirish tavsiyalari

Har bir MCDM metodining cheklovlari ularni sanoat sharoitida qo'llashda ehtiyot choralarini ko'rishni taqozo etadi. AHP da izchillik muammosi katta iyerarxik tuzilmalarda kuchayadi. Bu muammoni kamaytirish uchun mezon soni 7 ± 2 dan oshirmaslik, va $CR > 0.10$ holatida qayta taqqoslash o'tkazish tavsiya etiladi [2]. TOPSIS va VIKOR metodlarida normalizatsiya usuli tanlash katta ahamiyatga ega:

turli normalizatsiya usullari (vector, min-max, sum) bir xil ma'lumotlar uchun farqli tartiblamani hosil qilishi mumkin. Zeleny [8] va Steuer [15] bu muammoni batafsil tahlil qildi.

Evolyutsion algoritmlar, xususan NSGA-II, katta o'lchamli muammolarda samarali bo'lsa-da, natijalarning takrorlanuvchanligi muammosi mavjud: har bir ishga tushirishda turli Pareto fronti olinishi mumkin. Deb va boshqalar [3] ishida bu muammo populyatsiya hajmini va iteratsiya sonini oshirish hamda natijalarni statistik agregatsiya qilish orqali hal etiladi. Maqsadli dasturlashda og'ish og'irliklarini subyektiv belgilash xatosi kuchayishi mumkin; bu xatarni kamaytirish uchun sezuvchanlik tahlili (sensitivity analysis) tavsiya etiladi [22].

Ushbu tahlil natijalari asosida sanoat korxonalarini uchun quyidagi metodologik tavsiya shakllandi: murakkab, ko'p bosqichli strategik qarorlar uchun AHP asosida og'irliklarni aniqlab, TOPSIS va VIKOR bilan alternativlarni tartiblash, so'ngra GP bilan maqsad qiymatlarga erishish darajasini tekshirish maqsadga muvofiq. Bu «gibrid MCDM» yondashuvi Branke va boshqalar [20] tomonidan «ro'baro'lashtiruvchi interaktiv MCDM» deb ataladi va sanoat qarorlari uchun eng ishonchli metodologik zanjir hisoblanadi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Ko'p mezonli optimallashtirish yondashuvlari sanoat iqtisodiyotidagi qaror qabul qilish jarayonlarini tubdan boyitadi. Ushbu maqolada AHP, TOPSIS, VIKOR, maqsadli dasturlash va evolyutsion algoritmlarning metodologik mohiyati nazariy jihatdan yoritildi; ularning qiyosiy xususiyatlari tizimlashtirildi; hamda konseptual tatbiq modeli ishlab chiqildi. Tadqiqot natijalari sanoat iqtisodiyotida ko'p mezonli yondashuvlarning quyidagi afzalliklarini asoslab berdi.

Birinchidan, ko'p mezonli yondashuv ziddiyatli maqsad funksiyalarini - xarajatlar, sifat, ekologik barqarorlik - birgalikda modellashtirish imkonini beradi. Bu bir mezonli modellar qila olmaydigan holat bo'lib, sanoat korxonalarini uchun real qaror qabul qilish jarayonini aniqroq aks ettiradi. Ikkinchidan, Pareto fronti konsepsiyasi qaror qabul qiluvchiga «erishish mumkin bo'lgan eng yaxshi» yechimlar to'plamini ko'rsatib, uning tanlov imkoniyatlarini aniqlashtiradi va qarorlarni asosli qiladi.

Uchinchidan, MCDM metodlarining kombinatsiyasida foydalanish - «gibrid yondashuv» - bir metodning zaifligi boshqa metod tomonidan qoplandi va qarorning ishonchligini oshirdi. AHP vaznlash, TOPSIS/VIKOR tartiblash va GP maqsad muvofiqligini tekshirish uchun birgalikda ishlatilishi metodologik mustahkamlikni ta'minlaydi [17], [20].

Maqola asosida quyidagi amaliy tavsiyalar shakllantirildi. Sanoat korxonalarini strategik rejalashtirish tizimiga MCDM blokini joriy etishi lozim: har yili asosiy qaror muammolari uchun mezon og'irliklari ekspert baholash yordamida aniqlanishi, alternativlar TOPSIS yoki VIKOR orqali tartiblangan holda taqdim etilishi kerak. Katta miqyosdagi loyiha optimizatsiyasida (ishlab chiqarish liniyalari, logistika tarmoqlari) NSGA-II kabi evolyutsion algoritmlar qo'llanilishi tavsiya etiladi, chunki ulargina to'liq Pareto frontini hosil qila oladi. Maqsadli dasturlash esa resurslarni taqsimlash va byudjet rejalashtirish muammolari uchun asosiy vosita bo'lishi kerak.

Kelajakdagi tadqiqotlarda quyidagi yo‘nalishlarga e’tibor qaratish maqsadga muvofiq: fuzzy MCDM metodlarining noaniq va to‘liq bo‘lmagan ma’lumotlar sharoitida sanoatga tatbiqi; ma’lumotlar asosida og‘irliklarni dinamik yangilash mexanizmlari; hamda raqamli iqtisodiyot sharoitida sun’iy intellekt va MCDM metodlarining integratsiyasi. BMTTIY [25] hisobotida ko‘rsatilganidek, rivojlanayotgan sanoat iqtisodiyotlari uchun ko‘p mezonli tahlil usullarini tatbiq etish iqtisodiy samaradorlikni oshirishning amaliy kafolati sifatida qaralishi lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Hwang, C.L. and Yoon, K. (1981). Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. Springer-Verlag, Berlin. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-48318-9>
2. Saaty, T.L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. International Journal of Services Sciences, 1(1), 83-98. <https://doi.org/10.1504/IJSS.2008.017590>
3. Deb, K., Pratap, A., Agarwal, S. and Meyarivan, T. (2002). A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: NSGA-II. IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 6(2), 182-197. <https://ieeexplore.ieee.org/document/996017>
4. Opricovic, S. and Tzeng, G.H. (2004). Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. European Journal of Operational Research, 156(2), 445-455. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00020-1](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00020-1)
5. Roy, B. (1991). The outranking approach and the foundations of ELECTRE methods. Theory and Decision, 31(1), 49-73. <https://doi.org/10.1007/BF00134132>
6. Miettinen, K. (1999). Nonlinear Multiobjective Optimization. Kluwer Academic Publishers, Boston. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4615-5563-6>
7. Charnes, A. and Cooper, W.W. (1961). Management Models and Industrial Applications of Linear Programming. Vol. 1-2. Wiley, New York.
8. Zeleny, M. (1982). Multiple Criteria Decision Making. McGraw-Hill, New York.
9. Coello Coello, C.A., Lamont, G.B. and Van Veldhuizen, D.A. (2007). Evolutionary Algorithms for Solving Multi-Objective Problems. 2nd ed. Springer, New York. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-36797-2>
10. Zitzler, E. and Thiele, L. (1999). Multiobjective evolutionary algorithms: a comparative case study and the strength Pareto approach. IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 3(4), 257-271. <https://ieeexplore.ieee.org/document/827413>
11. Bellman, R.E. and Zadeh, L.A. (1970). Decision-making in a fuzzy environment. Management Science, 17(4), B-141-B-164. <https://doi.org/10.1287/mnsc.17.4.B141>
12. Zimmermann, H.J. (1978). Fuzzy programming and linear programming with several objective functions. Fuzzy Sets and Systems, 1(1), 45-55. [https://doi.org/10.1016/0165-0114\(78\)90031-3](https://doi.org/10.1016/0165-0114(78)90031-3)

13. Yu, P.L. (1973). A class of solutions for group decision problems. *Management Science*, 19(8), 936-946. <https://doi.org/10.1287/mnsc.19.8.936>
14. Keeney, R.L. and Raiffa, H. (1993). *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-offs*. Cambridge University Press, Cambridge. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139174084>
15. Steuer, R.E. (1986). *Multiple Criteria Optimization: Theory, Computation, and Application*. Wiley, New York.
16. Ehrgott, M. (2005). *Multicriteria Optimization*. 2nd ed. Springer, Berlin. <https://link.springer.com/book/10.1007/3-540-27659-9>
17. Figueira, J., Greco, S. and Ehrgott, M. (eds.) (2005). *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. Springer, New York. <https://link.springer.com/book/10.1007/b100605>
18. Talbi, E.G. (2009). *Metaheuristics: From Design to Implementation*. Wiley, Hoboken. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470496916>
19. Pardalos, P.M., Siskos, Y. and Zopounidis, C. (eds.) (1995). *Advances in Multicriteria Analysis*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4757-2383-0>
20. Branke, J., Deb, K., Miettinen, K. and Slowinski, R. (eds.) (2008). *Multiobjective Optimization: Interactive and Evolutionary Approaches*. Springer, Berlin. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-540-88908-3>
21. Cohon, J.L. (2004). *Multiobjective Programming and Planning*. Dover Publications, New York.
22. Romero, C. (1991). *Handbook of Critical Issues in Goal Programming*. Pergamon Press, Oxford.
23. Ignizio, J.P. (1976). *Goal Programming and Extensions*. Lexington Books, Massachusetts.
24. Yager, R.R. (1988). On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decisionmaking. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 18(1), 183-190. <https://ieeexplore.ieee.org/document/87068>
25. UNIDO (2022). *Industrial Development Report 2022: The Future of Industrialization in a Post-Pandemic World*. United Nations Industrial Development Organization, Vienna. <https://www.unido.org/resources-publications-flagship-publications-industrial-development-report-2022>



Marketing

ilmiy, amaliy va ommabop jurnali

Muharrir:

Ingliz tili muharriri:

Rus tili muharriri:

Musahhah:

Sahifalovchi va dizaynerlar:

Xakimov Ziyodulla Axmadovich

Tursunov Boburjon Ortiqmirzayevich

Kaxramonov Xurshidjon Shuxrat o'g'li

Karimova Shirin Zoxid qizi

Sadikov Shoxrux Shuxratovich

Abidjonov Nodirbek Odijon o'g'li

2026-yil, fevral, 2-son

© Materiallar ko'chirib bosilganda "Marketing" ilmiy, amaliy va ommabop jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar mas'ul. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelavermasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

Mazkur jurnalda maqolalar chop etish uchun quyidagi havolalarga murojaat qilish mumkin. Ilmiy maqola, ommabop maqola, reklama, hikoya va boshqa ilmiy-ijodiy materiallar yuborishingiz mumkin.

Materiallar va reklamalar pullik asosda chop etiladi.

Elektron pochta:

info@marketingjournal.uz

Bot:

[@marketinjournalbot](https://t.me/@marketinjournalbot)

Tel.:

+998977838464, +998939266610

Jurnalning rasmiy sayti: <https://marketingjournal.uz>

Marketing jurnali O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi **Oliy attestatsiya komissiyasi rayosatining 2024-yil 04-oktabrdagi 332/5 sonli qarori** bilan milliy ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan



"Marketing" ilmiy, amaliy va ommabop jurnali 2024-yil 15-martdan O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan **C-5669517** reyestr raqami tartibi bo'yicha ro'yxatdan o'tkazilgan. **Litsenziya raqami: №240874**



"Marketing" ilmiy, amaliy va ommabop jurnalining xalqaro darajasi: **9710**. GOCT 7.56-2002 " Seriyali nashrlarning xalqaro standart raqamlanishi" davlatlararo standartlari talablari. **Berilgan ISSN tartib raqami: 3060-4621**