та ситуацій доцільності їх взаємного перетворення шляхом апроксимації із урахуванням відповідних похибок.

Бібліографічні посилання

1. **Гуд Г.Х**. Системотехника. Введение в проектирование больших систем. Пер. с англ. / Г.Х. Гуд, Р.Є. Макол– М., 1962. – 383 с.
2. **Кузнецов Ю.М**., Скляров Р.А. Прогнозування розвитку технічних систем / Ю. М. Кузнецов, Р. А. Скляров; ред. Ю. М. Кузнецова. – К., 2004. – 323 с.
3. **Зайцев Г.Н.** Математический анализ биологических данных. / Г. Н. Зайцев – М., 1991. – 184 с.
4. **Медведева Н.Б.** Динамика логистической функции / Н. Б. Медведева // Соросовский Образовательный Журнал. – 2000. – №8. – С. 121 – 127.
5. **Амелькин В.В.** Дифференциальные уравнения в приложениях. / В. В. Амелькин – М., 1987. – 160 с.
6. **Шевченко В.Л.** Зв'язок логістичних моделей з лінійними та експоненціальними моделями розвитку об’єктів оборонного планування / Інформатика, управління та обчислювальна техніка. / В. Л. Шевченко. // Вісник НТУУ «КПІ». – 2006. – Вип.44 – С.3 – 18.

Надійшла до редколегії 25.05.10

УДК 519.816

К. Т. Кузьма

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Виконано аналіз та систематизацію методів прийняття рішень.

Ключові слова: *прийняття рішень, багатокритеріальна теорія корисності, методи компенсації, методи порогів незрівнянності.*

Выполнен анализ и систематизацию методов принятия решений.

Ключевые слова: *принятие решений, многокритериальная теория полезности, методы компенсации, методы порогов несравнимости.*

The analysis and systematization of decision-making methods were performed.

Keywords: *decision-making, multicriteria utility theory, Payment Methods, thresholds incomparability Methods.*

Постановка завдання. На змістовному рівні під «прийняттям рішень» розуміють процес людської діяльності, направлений на вибір якнайкращого варіанта дій. Вибір або прийняття рішень – це дія над множиною альтернатив, увнаслідок якої спочатку виходить підмножина заздалегідь відібраних альтернатив, а на завершальному етапі – одна альтернатива, якнайкраща згідно з прийнятим критерієм оцінки якості досягнення поставленої мети [1]. Для цього необхідно проаналізувати особливості та обмеження, а потім на їхній базі обрати найбільш оптимальне рішення. Прийняття рішень може базуватися як на експертних методах так і на методах сучасної прикладної математики. Існування в даний час численних публікацій по методах вирішення багатокритеріальних завдань оптимізації і дослідження операцій, теорії і методам прийняття рішень, відображає різні підходи до вказаних проблем, що ускладнює їх цілісне розуміння і однозначне трактування. Метою даної роботи є проведення аналізу і класифікація існуючих методів прийняття рішень, що полегшить їх правильне застосування залежно від вирішуваних прикладних завдань.

Виклад основного матеріалу. Не існує загальноприйнятої універсальної класифікаційної схеми задач прийняття рішень. Але можна виділити деякі важливі класифікаційні ознаки:

1) кількість критеріїв (однокритеріальні або багатокритеріальні задачі прийняття рішень);

2) наявність випадкових та невідомих факторів, що впливають на прийняття рішень (задачі прийняття рішень в умовах визначеності, в умовах ризику та в умовах невизначеності);

3) можливість зміни умов задачі прийняття рішень у процесі їх аналізу (статичні та динамічні задачі прийняття рішень).

4) вид вхідних даних (детерміновані, статистичні, експертні, комбіновані).

Класифікацію методів прийняття рішень за видом вхідних даних представлено на рис. 1.

Більш детально класифікацію задач прийняття рішень наведено в [1–3].

Сама фаза прийняття рішення умовно поділяється на три стадії [1]:

Перша стадія – з'ясування проблемної ситуації, тобто оцінка стану процесу для визначення умов, які потрібно знати для прийняття рішення. Ситуація, що склалася, зіставляється з тими, що мали місце раніше, для яких вже є в наявності апробований досвід вирішення проблеми. Якщо такий досвід є, обирається рішення, яке було застосоване в аналогічній ситуації. Принципово нова ситуація вимагає розробки нових підходів до виходу з неї, для чого переходять на наступну стадію.

Друга стадія – пошук, розробка і аналіз можливих варіантів (альтернатив) рішень. Визначаються комплекси заходів, реалізація яких дозволить подолати ситуацію, що склалася.

Третя стадія – оцінка варіантів і вибір найкращого рішення, тобто одного якогось напрямку дій з можливих альтернатив таким чином, щоб була досягнута ціль.

На сьогоднішній день найбільш вживаними є експертні та статистичні методи прийняття рішень, які використовуються для багатокритерійного оцінювання альтернатив і вибору найкращого рішення. Дані методи можна умовно розділити на чотири групи:

1. До першої групи можна віднести так звані аксіоматичні методи. У них визначається ряд властивостей, яким повинна задовольняти залежність загальної корисності альтернативи від оцінок за окремими локальними критеріями.

2. Друга група – прямі методи, в яких залежність альтернативи від оцінок по окремих критеріях – відома заздалегідь. Найчастіше використовується вид залежності, при якому визначаються чисельні показники важливості критеріїв (ваги) (метод зважених оцінок критеріїв).

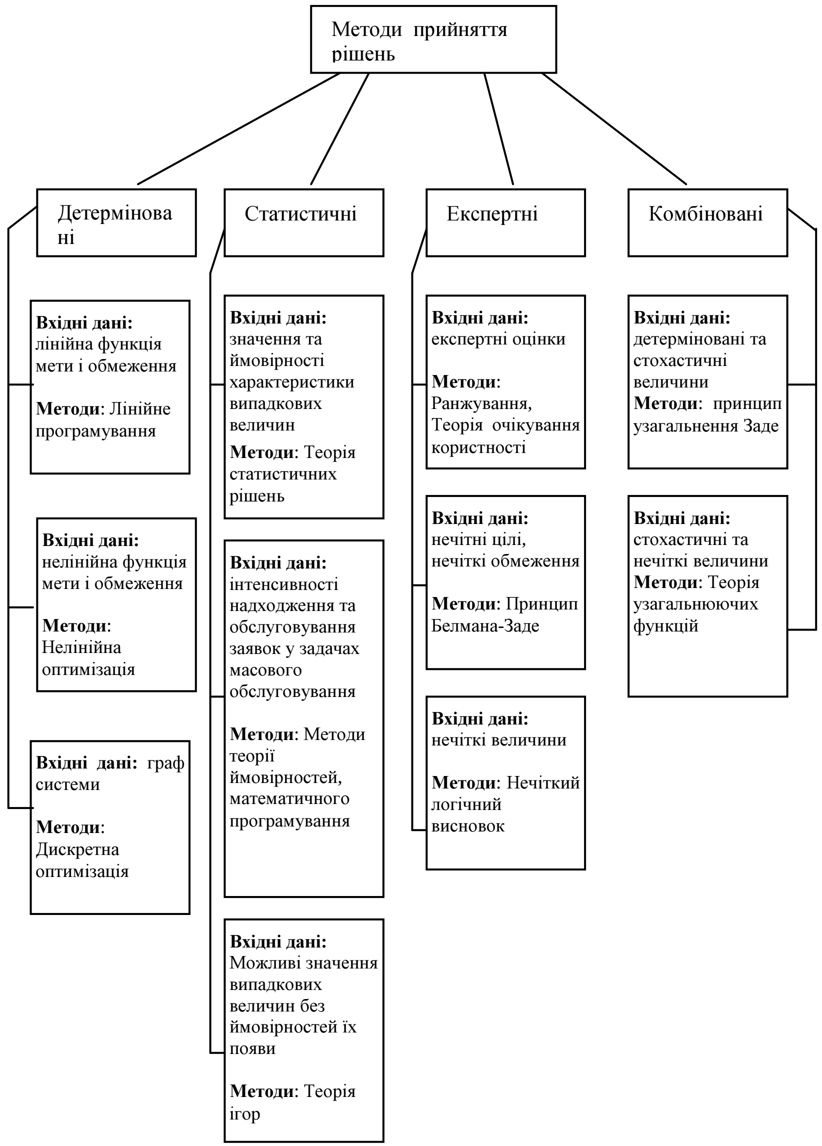

Рис. 1. Класифікація методів прийняття рішень

3. До третьої групи можна виділити методи компенсації. В них намагаються зрівноважити (компенсувати) оцінки однієї альтернативи оцінками іншій, щоб знайти, які оцінки кращі.

4. Четверта група – методи порогів незрівнянності, в яких задається деяке правило порівняння двох альтернатив і потім, відповідно до цього правила альтернативи діляться на ті, які порівнюються і на ті які не порівнюються. Змінюючи відношення порівнянності, отримуємо рівне число пар порівнянних альтернатив.

I. Аксіоматичні методи

Ця група методів у даний час найбільш популярна при підготовці і прийнятті рішень в економіці та управлінні. Аксіоматичні методи безпосередньо спираються на теорію корисності фон Неймана і Моргенштерна [4]. Фон Нейман і Моргенштерн запропонували систему аксіом і при її допомозі довели існування функції перетворення абстрактної корисності у число.

Аксіоматичні методи підрозділяються на дві підгрупи:

1) оцінки альтернатив за багатьма критеріями виявляються невідомими (прийняття рішень в умовах невизначеності);

2) не задані функції розподілу оцінок корисності можливих результатів для кожної з альтернатив (прийняття рішень в умовах ризику).

Обидві підгрупи мають схожу систему аксіом. Зазвичай використовуються два види:

1. Аксіоми впорядкування корисностей.
2. Аксіоми комбінування корисностей.

Перші стверджують, що можна використовувати будь-які частини оцінок корисності двох альтернатив для виразу еквівалентної оцінки корисності третьої. Другі аксіоми забороняють використання альтернатив, оцінки яких переважають оцінки інших альтернатив. Дані аксіоми використовуються для доказу існування функції корисності певного вигляду.

Основними аксіоматичними методами знаходження оптимальних рішень при багатьох критеріях є [5]:

1. Аксіоми арбітражної рівноваги Неша.
2. Аксіоми Ерроу-Гурвиця.
3. Багатокритеріальна теорія корисності (MAUT).

Аксіоми арбітражної рівноваги Неша

Система аксіом арбітражної рівноваги Неша визначає необхідні умови існування та властивості оптимальних рішень. При використанні цієї групи аксіом модель прийняття рішення описується набором величин:

$$< D,\{R_i\},R^* >, \tag{1}$$

де D – множина альтернатив; $\{R_i\}$ – множина цільових функцій; R^*– початкові значення цільових функцій.

Якщо позначити через $R^0 = (R_1^0,\dots,R_n^0)$ оптимальні значення цільових функцій, то аксіоми оптимальності можна сформулювати таким чином:

Аксіома 1(лінійне перетворення). Нехай $L' = (L_1',\dots,L_n')$ – будь-яке лінійне додатне перетворення функції R . Тоді для моделі $< D,\{L_i'R_i\},L'R^* >$ оптимальним рішенням є $L'R_0$.

Ця аксіома передбачає незалежність оптимального рішення від вибору чисельного значення корисності.

Аксіома 2 (Оптимальність за Паретто). Оптимальне рішення R^0 повинно задовольняти таким вимогам:

− $R_i^0 \ge R_i^*$ для всіх $i \in N$;

− $R^0 = R(d)$ для деяких $d \in D$;

− не повинно бути такого $d \in D$, для якого $R^0 \le R(d)$.

Аксіома 3 (незалежність від неіснуючих альтернатив). Нехай $< D,\{R_i\},R^* >$ і $< D',\{R_i\},R^* >$ – дві моделі прийняття рішень, причому $D \supset D'$. Якщо R^0 оптимальне у першій моделі $R^0 = R(d)$ для деяких $D \subset D'$, то R^0 буде оптимальним і для другої моделі.

Аксіома 4 (симетрія). Якщо модель симетрична $\left(R_i^* = R_j^*\right)$ для всіх $i, j \in N$ і для будь-яких перестановок π множини N і $d \in D$, існує такий $\tilde{d} \in D$, що $\left(R_i(D)\right) = \left(R_{\pi i}(\tilde{d})\right)$, то $\left(R_i^0 = R_j^0\right)$ для всіх $i, j \in N$.

Рішення R_0 задовольняє аксіоми 1 – 4 тоді і тільки тоді, коли $R^0 = R(x^0)$ і

$$\prod_{i=1}^{n}\left(R_i\left(d^0\right) - R_i^*\right) = \max_{d \in D}\prod_{i=1}^{n}\left(R_i\left(d\right) - R_i^*\right) \tag{2}$$

Аксіоми Ерроу-Гурвиця

Ця система аксіом використовується, коли особа, яка приймає рішення, не знає, за яким із заданих на D критеріїв R_i оцінюються альтернативи. Модель прийняття рішення має вигляд:

$$< D,\Omega,\{R_\omega(d)\} >, \tag{3}$$

де Ω– множина цільових функцій $R_\omega(d)$ на множині альтернатив D **.**

Якщо позначити через D^0 множину оптимальних рішень, то аксіоми можуть бути записані таким чином.

Аксіома 1. Якщо $D_1 \subset D_2$ і $D_1 \cap D_2^0 \ne 0$, то $D_1^0 = D_1 \cap D_2^0$.

Ця аксіома аналогічна аксіомі Неша про незалежність від неіснуючих альтернатив.

Аксіома 2. Множини оптимальних альтернатив для ізоморфних моделей однакові.

Аксіома 3. Множина оптимальних альтернатив не зміниться від видалення цільових функцій, що повторюються.

Аксіома 4. Якщо $d \in D^0$, $d' \in D$ і $R_\omega(d) \le R_\omega(d')$ для всіх $\omega \in \Omega$, то $d' \in D^0$.

Відповідно до цієї аксіоми, якщо альтернатива не гірша за всіма критеріями, ніж оптимальна, то вона теж є оптимальною.

Оптимальне рішення, яке визначається аксіомами 1 – 4, є множиною альтернатив, причому таких множин може бути кілька. Наведені аксіоматичні системи дозволяють приймати рішення на основі кількох критеріїв. Такі системи містять ряд аналогічних аксіом. Зокрема аксіомам 2, 3 Неша відповідають відповідно аксіоми 4, 1 Ерроу-Гурвиця.

Багатокритеріальна теорія корисності

Багатокритеріальна теорія корисності була розроблена американськими вченими Кіні і Райфа [6].

Алгоритм прийняття рішення за цією теорією має вигляд:

1. Визначити перелік критеріїв, за якими будуть оцінюватися рішення.
2. Побудувати функції корисностей за кожним критерієм.
3. Побудувати залежність між оцінками альтернатив за окремим критерієм та загальною оцінкою альтернатив з використанням вагових коефіцієнтів важливості критеріїв.
4. Оцінити альтернативи та вибрати найкращу.

Результатом оцінки альтернатив є представлення загальної корисності у вигляді зваженої суми оцінок альтернатив за кожним із критеріїв

$$U(d) = \sum_{i=1}^{n} c_i U_i(d), \qquad (4)$$

де $U(d)$ – загальна корисність альтернативи; c_i – вагові коефіцієнти важливості i-го критерію; $U_i(d)$ – корисність альтернативи за i-м критерієм.

Перевагами багатокритеріальної теорії корисності є можливість оцінити будь-яку кількісну альтернативу, в тому числі невідому заздалегідь. Основний недолік теорії полягає у суб’єктивізмі експертів при оцінюванні альтернатив.

ІІ. Прямі методи

За даними методами форма залежності результуючої корисності альтернативи від її оцінок по багатьом критеріям задається без всяких теоретичних підстав (на відміну від аксіоматичних методів), а параметри цієї залежності або також задаються, або безпосередньо оцінюються ОПР.

Прямі методи можна умовно розділити на п'ять груп:

1. Установлюється узагальнена формула корисності багатокритеріальної альтернативи і всі її параметри. ОПР пропонується ряд принципів (наприклад, принцип рівномірної оптимальності, принцип справедливого компромісу і тому подібне) [7–9] відповідно до яких вибирається певна залежність між корисністю багатокритерійної альтернативи і її оцінкам за критеріями. Прикладом може служити наступний вид залежності:

$$U = \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{x_i - x_{iн\Lambda}}{x_{iн\Lambda}} \right],$$

де $x_{iн\Lambda}$ – найкраще значення по *і-му* критерію; *хі* – фактична оцінка по *і-му* критерію. Даний підхід часто застосовується для динамічних систем, де оптимізація за кожним з окремих критеріїв достатньо трудомістка.

2. ОПР вибирає один із способів визначення корисності альтернатив при невідомій інформації про вірогідність різних зовнішніх умов.

Початкова інформація для методів даної групи представлена в таблиці 1.

Таблиця 1

Таблиця альтернатив, їх корисностей і варіантів умов

Альтернативи	Варіанти зовнішніх умов			
	B1	B2	.	Bm
A1	U11	U12	.	U1m
.	.	.	.	.
An	Un1	Un2	.	Unm

До таблиці заносяться оцінки альтернатив при тому або іншому варіанті зовнішніх умов, що характеризують обстановку після прийняття рішень. Вважається, що ймовірність зовнішніх умов заздалегідь невідома, а сама таблиця відома при прийнятті рішень.

Вибір альтернативи (з корисністю U^*), якій віддається перевага, проводиться на підставі одного з наступних критеріїв [10]:

а) максиміний критерій. Обирається, $U^* = \max_i \min_j U_{ij}$,

де – *і* індекс рядка, *j* – індекс стовпця таблиці;

б) критерій мінімаксу. Вводиться поняття жалю для *і-ї* альтернативи при *j-му* варіанті зовнішніх умов, далі обирається $U^* = \min_i C_{ij}$;

в) критерій максимаксу $U^* = \max_i \max_j U_{ij}$;

г) критерій Гурвіца: нехай для *i-ої* альтернативи $m_i = \min_i U_{ij}$ і, для кожної альтернативи A_i обчислюють показник, де $0 \le \alpha \le 1$, далі обирають (при заданому α) $U^* = \max_i U_i(\alpha)$;

д) критерій Лапласа: всі варіанти зовнішніх умов приймаються рівноімовірними і для кожної альтернативи A_i визначається показник $U_{icp} = \frac{1}{m}\left[\sum_{j=1}^{m} U_{ij}\right]$. Потім обирається $U^* = \max_i U_{icp}$.

3. Постулюється основна форма залежності, але її параметри безпосередньо назначаються ОПР. До основних методів даної групи слід віднести:

а) метод зваженої суми [11]: обгрунтуванням методу є уявлення про загальну корисність альтернативи як про суму оцінок декількох незалежних критеріїв;

б) мультиплікативний метод [12], де $U_j = \prod_{i=1}^{n} w_i f(x_{ij})$, що обгрунтовується уявленням про оцінки за критеріями, як про вірогідність досягнення певних показників якості;

в) лексикографічне впорядкування критеріїв [12] на початку виконується за важливістю; вважається кращою альтернатива, що має вищу оцінку по важливішому критерію незалежно від оцінок за іншими критеріями.

г) метод попарних порівнянь (аналітична ієрархічна процедура Сааті) [13].

Даний підхід складається з наступних етапів:

1) Виконується структуризація задачі у вигляді ієрархічної структури з декількома рівнями: ЦІЛІ-КРИТЕРІЇ-АЛЬТЕРНАТИВИ.

2) Виконується попарне порівняння елементів кожного рівня, результати яких переводяться в числа.

3) Формується матриця порівнянь для критеріїв і відносної важливості альтернатив по окремим критеріям, яка заповнюється значеннями коефіцієнтів важливості, отриманими при виконанні пункту 2.

4) Підраховується кількісний показник якості кожної з альтернатив та обирається найліпша альтернатива. Синтез отриманих коефіцієнтів важливості здійснюється за формулою:

$$S_j = \sum_{i=1}^{N} w_i V_{ij},$$

де *Sj* – показник якості *j*-ї альтернативи; w_i – вага *i*-го критерію; V_{ij} – важливість *j*-ї альтернативи по *i*-му критерію.

Існує безліч модифікацій приведених вище методів, що відрізняються прийомами, які використовуються при визначенні вагів критеріїв і їх ранжуванні [3].

4. Основна форма залежності задається, а її параметри визначаються шляхом обчислень, що проводяться на основі прямої оцінки ОПР корисності деяких багатокритерійних альтернатив. Так в роботі Інтема і Длема [15] приведений приклад, де функція корисності альтернативи задавалася у вигляді:

$$U = A + \sum_{i=1}^{3} b_i x_i + \sum_{i=1}^{2} c_i x_i x_{i+1} + c_3 x_1 x_3 + d x_1 x_2 x_3,$$

де x_i оцінка – по *i*-му критерію, *a*, *b*,*c* – коефіцієнти.

ОПР оцінював кількісно корисність восьми багатовимірних альтернатив. Ці значення підставлялися в приведену залежність, після чого аналітичним шляхом знаходилися її параметри.

5. За основу береться формула максимізації очікуваної корисності, а ОПР визначає йовірнісні оцінки різних результатів на деревах рішень [16].

Для багатьох прямих методів характерні високі вимоги до ОПР на початкових етапах роботи. Так для методів першої групи ОПР повинен зробити вибір найбільш справедливого і обгрунтованого принципу. У завданнях прийняття рішень з суб'єктивними критеріями такий вибір зробити дуже складно, або неможливо. Аналогічні складнощі виникають для методів другої і третьої групи. Як і для аксіоматичних методів, залишаються невирішеними проблеми залежності критеріїв.

III. Методи компенсації

Ідея компромісу, урівноваження по корисності оцінок різних критеріїв, достатньо широко відома. Перехід від порівняння якостей по різних критеріях до порівняння альтернатив може бути здійснений різними шляхами. Серед них слід виділити побудову кривих байдужості [17,18] і порівняння різниць оцінок альтернатив за критеріями.

Теоретичне обгрунтування моделі порівняння сум різниць оцінок альтернатив було дане А. Тверським [19]. У своїй роботі він показав, що метод складання різниць оцінок співпадає з методом зважених сум оцінок критеріїв, якщо в першому з них функції лінійні.

Методи побудови кривих або поверхонь байдужості дуже трудомісткі і малопридатні, якщо кількість критеріїв n, по яких оцінюються альтернативи, перевищує три.

IV. Методи порогів незрівнянності

Ця група методів характеризується оригінальним підходом до порівняння альтернатив, запропонованим уперше Б. Руа і його співробітниками [20; 21]. Зв'язок між будь-якою парою альтернатив визначається послідовністю бінарних відносин. «Сильним» бінарним відносинам відповідають великі вимоги до переваги однієї альтернативи над іншою і, отже, більше число незрівняних альтернатив. Найсильнішою є вимога повного домінування однієї альтернативи над іншою. «Слабкіші» бінарні відносини визначають умови, при яких, не дивлячись на суперечливі оцінки, одна альтернатива оголошується кращою, ніж інша.

Якщо бінарне відношення є відношенням домінування однієї альтернативи над іншою, при якому одна альтернатива має за всіма критеріями не гірші, а хоч би по одному з критеріїв кращі оцінки, то ядро, що з'явилося при цьому, називається множиною Парето.

Виділення множини Парето може використовуватися як самостійний попередній етап у багатьох приведених раніше методах прийняття рішень [22]. Проте лише для даної групи методів цей етап найприродніше узгоджується з подальшими.

Після виділення ядра – множини Парето елементи цього ядра оголошуються незрівняними. Проте ця незрівнянність має тимчасовий характер. Після першого бінарного відношення задається друге, слабкіше. Ядро, відповідне другому відношенню, містить у загальному випадку менше число незрівняних елементів. Потім задається третє відношення і так далі. Процес отримання ядер закінчується тоді, коли досягнута необхідна кількість елементів в ядрі. Ці елементи разом з останнім бінарним відношенням пред'являються ОПР як рішення задачі.

На викладених ідеях засновані відомі французькі методи ЕЛЕКТРА 1, 2, 3 [22 – 25], а також деякі інші [26].

У цих методах бінарні відносини між альтернативами будуються таким чином. Кожному з N критеріїв, що мають числові шкали, ставиться у відповідність ціле число p, що характеризує важливість критерію.

Б. Руа пропонує розглядати p як «число голосів» членів жюрі, що голосують за даний критерій [20].

Висувається гіпотеза про перевагу альтернативи a над b. Множина *I*, що складається з *n* критеріїв, розбивається на три підмножини:

$I^{+}(a, b)$ – підмножина критеріїв, по яких *a* переважає *b*;

$I^{=}(a, b)$ – підмножина критеріїв, по яких *a* рівноцінно *b*;

$I^{-}(a, b)$ підмножина критеріїв, по яких *b* переважає *a*.

Далі формулюється індекс згоди з гіпотезою про перевагу *a* над *b*. Наприклад, у методі ЕЛЕКТРА 1 [22] цей індекс визначається як відношення суми вагів критеріїв підмножини I^{+} і $I^{=}$ і загальної сумі вагів

$$C_{ab} = \frac{\sum\limits_{i \in I^{+}, I^{=}} p_i}{\sum\limits_{i=1}^{N} p_i}.$$

Разом з цим у методі ЕЛЕКТРА 1 визначається індекс незгоди з гіпотезою про перевагу *a* над *b*. Для критеріїв підмножини $I^{-}(a, b)$ визначаються *dab* – різниці оцінок альтернатив *b* і *a*. Ці різниці для зручності виражаються в долях *L* – найбільшої (за довжиною) числової шкали критеріїв. Індекси незгоди *dab* упорядковуються за величиною.

Очевидно, що $0 \le cab \le 1$; $0 \le dab \le 1$.

У методі ЕЛЕКТРА 1 бінарне відношення переваги задається рівнем індексів згоди і незгоди. Якщо $cab \ge c1$ і $dab \ge d1$ (де *c1* і *d1* – задані рівні), то альтернатива *a* оголошується такою, щоперевершує альтернативу *b*. Рівні *c1*, *d1* дозволяють виділити ядро, до якого входять домінуючі і незрівняні елементи.

При застосуванні методу ЕЛЕКТРА 2 [23] альтернативи можуть знаходитися відносно сильної переваги, слабкої переваги і незрівнянності.

Наступним логічним кроком є використання розмитого відношення переваги, що реалізовує ідеї розмитих множин [24]. Що і було зроблено в методі ЕЛЕКТРА 3.

Методи даної групи дають можливість ОПР втручатися до процесу вибору, проте велика кількість параметрів, які він має у своєму розпорядженні, ставить під сумнів їх ефективне використання. При застосуванні даних методів слід враховувати, що вид бінарного відношення, а також їх послідовність істотно зумовлюють результат вибору.

Висновки. Незважаючи на постійний інтерес, задачі прийняття оптимальних рішень залишаються актуальними в багатьох галузях науки і техніки вже протягом значного проміжку часу.

На основі огляду наукових робіт та публікацій виконано аналіз, систематизація і класифікація проблем та методів прийняття рішень. У результаті проведених досліджень отримано можливість систематизації методів прийняття рішень та правильної постановки задач прикладного характеру.

Бібліографічні посилання

1. **Слєпцов А.І.** Прийняття рішень в складних системах. / А.І. Слєпцов, М.А. Зоденкамп – К., 2007. – 182 с.
2. **Ларичев О.** Теория и методы принятия решений. / О. Ларичев – М., 2000. – 296 с.
3. Принятие решений в системах мониторинга / Т.Г. Емельяненко, А.В. Зберовский, А.Ф. Приставка, Б.Е. Собко. – Днепропетровск; 2005. – 224 с.
4. **Дж. фон Нейман**. Теория игр и экономическое поведение: Перев. с англ / Дж. фон Нейман, О. Моргенштерн; ред. и с доб. Н.Н. Воробьева – М.; – 1970. – 708 с.
5. **Дубовой В. М.** Моделі прийняття рішень в управлінні розподіленими динамічними системами. Монографія / В. М. Дубовой, О. О. Ковалюк. – Вiнииця, 2008. – 185 с.
6. **Кини Р.** Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещениях / Р. Кини, Х. Райфа.– М., 1981. – 560 с.
7. **Хэмди А.** Введение в исследование операций / А. Хэмди – М., 2001, С. 354–370.
8. **Салуквадзе М. Е.** Задачи векторной оптимизации в теории управления / М.Е. Салуквадзе. –Тбилиси, 1975. – 200с.
9. **Дубов Ю. А.** Многокритериальные модели формирования и выбора вариантов систем / Ю.А. Дубов, С.И. Травкин, В.Н. Якимец. – М., 1986. – 295 с.
10. **Черноруцкий И. Г.** Методы принятия решений / И. Г. Черноруцкий.— СПб., 2005. — 416 с.
11. Методы разработки интегрированных АСУ промышленными предприятиями / Г. М. Уланов и др. – М., 1983.
12. **Шоробура Н. Н.** Решение задач многокритериальной оптимизации сложных объектов и систем / Н. Н. Шоробура. – Режим доступу: http://masters.donntu.edu.ua/2004/kita/shorobura/diss/index.htm.
13. **Саати Т.** Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. – М., 1993. – 320 с.
14. Многокритериальные задачи принятия решений / под ред. Д. М. Гвишиани и С.В. Емельянова. – М., 1978. – 191 с.

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ. Том 14. 2010

15. **Интема Д.** Оценка многомерных ситуаций с помощью ЦВМ / Д. Интема, Л. Длем. // Зарубежная электроника, 1967, №2. – С. 115 - 121.
16. **Блюмин С.Л.** Модели и методы принятия решений в условиях неопределенности: Монография / С. Л. Блюмин, И. А. Шуйкова. – Липецк, 2001. – 139 с.
17. **Катренко А. В.** Теорія прийняття рішень / А. В. Катренко, В. В. Пасічник, В. П. Пасько; під заг. ред. М. З. Згуровського. – К., 2009. - 448 с.
18. **Коваленко И.И.** Анализ и систематизация моделей и методов принятия решений / И. И. Коваленко, А. П. Гожий, Т. В. Пономаренко // ХНТУ ВЕСТНИК, 2005 №1(21) – с. 25-30.
19. **Tversky A.** Choice by elimination. //J. Of Mathematical Psychology, 1972, №9, P. 341 – 367.
20. **Руа Б.** Классификация и выбор при наличии нескольких критериев (метод ЭЛЕКТРА) / Р. Буа // Вопросы анализа и процедуры принятия решений – М., 1976. С. 80 – 108.
21. **Ларичев О. Н.** Системы поддержки принятия решений: современное состояние и перспективы развития / О. Н. Ларичев, А. Б. Петровский // Итоги науки и техники. Техн. Кибирнетика. – 1987. – Т.21. – С. 131–165.
22. **Лотов А.В.** Многокритериальные задачи принятия решений: Учебное пособие. / А. В. Лотов – М., 2008. – 197 с.
23. **Roy *B.*, Bertier P.** La methode ELECTRE II (un methode de classement en presence de criteres multiples). SEMA, Note de travial, April 1971, №142. – P. 109–117.
24. **Roy B.** ELECTRE III an algorithme de classements fonde sur une representation floue des preferences ew presence de criteres multiples. SEMA, Rapport de recherche June 1997, №81. P. 79–88.
25. **Гафт М.Г.** Метод принятия решений о выборе наиболее предпочтительных вариантов проекта сложной системы. / М. Г. Гафт, О. И. Ларичев, В. М. Озерной. // Приборы и системы управления, – 1973, №6. – С. 52–60.
26. **Беллман Р.** Принятие решений в расплывчатых условиях / Р.Беллман, Л. Заде // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. – М., 1976. С. 172–215.

Надійшла до редколегії 02.07.10