КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ

На правах рукопису

ПУГАЧОВА МАРИНА ВОЛОДИМИРІВНА

УДК 519.816

ДЕДУКТИВНІ МАЖОРИЗАЦІЙНІ МЕХАНІЗМИ ВИБОРУ РІШЕНЬ В АСУ

05.13.06 - Автоматизовані системи управління

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ - 1993

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Київському політехнічному інституті на кафедрі автоматизованих систем обробки інформації та управління.

Науковий керівник -кандидат технічних наук ВОЛЬВАХ А.Г.

Офіційні опоненти -доктор технічних наук, професор МИХАЙЛЕНКО В.М.

-кандидат технічних наук АНТОНЮК А.І.

Провідна установа - НВО "Київський інститут автоматики", м.Київ.

Захист відбудеться "20" декабря 1993 р. о 15 год. на засіданні спеціалізованої вченої Ради для захисту дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук Д 068.14.07 у Київському політехнічному інституті (252056, Київ-56, проспект Перемоги, 37).

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці КПІ.

Автореферат розісланий "15" ноября 1993 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої Ради — Романенко В.Д.

АНОТАЦІЯ

Метою роботи, що реферується, є дослідження мажоризаційних механізмів прийняття рішень при багатьох критеріях у порядкових шкалах і створення на їх основі системи алгоритмічних і програмних засобів підтримки процесів прийняття рішень, що реалізовані у вигляді експертної системи.

Для досягнення указаної мети розв'язуються такі задачі:

- дослідження методології знаходження рішення багатокритеріальних задач вибору за допомогою порядкових відношень мажоризації;
- дослідження механізму мажоризаційного вибору багатокритеріальних рішень у задачах розподілу ресурсів;
- побудова агрегованих бінарних відношень, що віддають перевагу (ВВП), для векторних оцінок альтернатив, які виміряні у порядкових шкалах при багатьох критеріях;
- дослідження задач вибору різних шкал виміру критеріїв;
- дослідження на несуперечливість повідомлень, які одержуються від особи, що приймає рішення (ОПР);
- конструювання умов зв'язності векторних оцінок багатомірних альтернатив агрегованими ВВП при завданні різних відношень на множині критеріїв;
- вивчення можливості застосування багатокритеріального принципу вибору недомінуємих альтернатив;
- прикладення сформованої моделі та побудованих агрегованих відношень до автоматизації рішення задачи розподілу ресурсів.

Автор захищає такі результати:

1. Побудовану на основі проведених досліджень модель задачи прийняття рішень, що використовує бінарні порядкові відношення мажоризації як принцип оптимальності.
2. Експлікацію принципу перерозподілів Пігу-Дальтона для порядкової шкали виміру критеріїв.
3. Побудовані агреговані бінарні відношення порядкової мажоризації.
4. Подання бінарних порядкових відношень мажоризації за допомогою "стохастичних" матриць (назва - згідно з термінологією теорії мажоризації), тобто квадратних матриць, що мають всі невід'ємні елементи, сума яких для кожної строки дорівнює 1.
5. Умови зв'язності векторних оцінок агрегованими ВВП при

різній впорядкованості критеріїв за важливістю.

6. Подання задачи мажоризаційного вибору у контексті теорії добробуту.

7. Експертну систему, призначену для автоматизації вирішення задачи розподілу ресурсів.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В зв'язку з переходом економіки на ринкові відношення, зростанням складності і динамічності соціально-економічних і суспільних процесів, підвищуються вимоги до обгрунтованості та якості рішень, які приймаються.

Складні задачі прийняття рішень виникають як при проектуванні, так і при функціонуванні АСУ різних рівней.

Як показує набутий у нашій країні та за кордоном досвід побудови автоматизованих систем, ефективність застосування комп'юторів у сфері управління в значній мірі залежить від проробленості людино-машинних процедур підготовки та аналізу можливих варіантів рішення багатокритеріальних задач. Інформація, яку одержано від ОПР, як правило є неформальною, дуже обмеженою і тому основна проблема полягає в її експлікації. Отже, актуальними є роботи, які присвячені розробці методів формалізації якісної інформації про порівняльне надання переваги можливим варіантам рішень (альтернатив), які відрізняються з багатьох якісних і кількісних ознак.

Методи дослідження. В дослідженнях використовувалися положення і методи системного аналізу, теорії відношень, теорії прийняття рішень та багатокритеріального вибору, теорії штучного інтелекту, теорії мажоризації, математичної логики, економічної теорії добробуту, психологічної теорії рішень.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у такому: виділено та досліджено багатокритеріальні задачі прийняття рішень, в яких для пошуку оптимального рішення можливе застосування бінарних порядкових відношень мажоризації, і побудовано відповідну модель; запропоновано експлікацію принципу перерозподілів Пігу-Дальтона для порядкової шкали виміру критеріїв; на основі дедуктивного механізму побудовано агреговані бінарні відношення порядкової мажоризації і подано їх представлення за допомогою квадратних матриць, що задовольняють умовам, сформульованим у теорії мажоризації для так званих стохастичних матриць; сформульовано умови зв'язності векторних оцінок агрегованими ВВП при лінійному порядку та повному квазіпорядку на множині критеріїв; досліджено задачі мажоризаційного вибору в контексті теорії добробуту; розроблено експертну систему для рішення задачи розподілу ресурсів.

Практична цінність роботи. Основним практичним результатом роботи є реалізовані програмно інтерактивні засоби вирішення задачи розподілу ресурсів за умови дефіциту, що включають задачі розрахунку та оперативного аналізу потреби підприємства у сировині та матеріалах, оперативного управління реалізацією фондів, руху матеріалів по складах, які розроблені на базі мажоризаційних механізмів, і дозволяють вибирати найкращі рішення за допомогою побудованих агрегованих бінарних відношень. На основі запропонованих алгоритмів можливе порівняння варіантів рішень, що непорівнянні по відомих бінарних відношеннях мажоризації, які застосовувались у задачах розподілу. Це суттєво звужує множину недомінуємих альтернатив, що спрощує для ОПР задачу вибору рішення. Окрім того, дані методи дозволяють використовувати і якісні критерії для оцінки альтернатив, порівнювати варіанти рішень по змішаних групах критеріїв.

Теоретичні і програмні розробки можуть використовуватися в АСУ різного рівня. Можливе їх застосування в задачах розподілу матеріалів по складах, між цехами підприємства, підрозділами об'єднання. Вони можуть бути ефективно застосовані для вирішення задач розподілу бюджету на різних рівнях управління, розподілу інвестицій, а також трудових, матеріальних, фінансових, енергетичних та інших ресурсів.

Реалізація результатів роботи. Розроблені програмні засоби включено до складу автоматизованої системи управління матеріально-технічним постачанням підприємства, яку розроблено згідно з планом робот Київського політехнічного інституту в рамках науково-дослідної теми N 349 "Розробка системи АРМів відділу матеріально-технічного постачання підприємства" (номер державної регістрації 01890059560) між КПІ та Сумським ВО "Гумотехніка" у 1990-1991 рр. Загальнорічний економічний ефект від впровадження розроблених у рамках договору програмних та алгоритмічних засобів дорівнює 68.5 тис. крб., частковий економічний ефект автора - 27.4 тис. крб.

У програмній реалізації системи крім автора брали участь В.І.Білан, С.Ф.Рудич, Ю.В.Кузнецов.

Апробація роботи. Основні результати дисертаційної роботи докладалися и обговорювалися на таких конференціях:
- XIV, XV, XVI, XVII, XVIII Міжнародних конференціях молодих вчених "Планування, організація та управління наукою" (Київ, 1989 - 1993 рр.);
- Міжнародному (XIII Київському) сімпозіумі з наукознавства та науково-технічного прогнозування (Київ, 1990 р.);
- XXXIII і XXXIV наукових конференціях аспірантів та молодих спеціалістів ІІПТ (Москва, 1991,1992 рр.);
- Міжнародному симпозіумі "Розвиток науки та перетворення в суспільстві: досвід, проблеми і стратегії" (Київ, 1992 г.);
- III Українській науковій конференції "Теорія, історія та організація науки" (Київ, 1992 р.);
- науковому семінарі кафедри автоматизованих систем обробки інформації та управління КПІ "Методи оптимізації та проблеми побудови АСУ" (Київ, 1989, 1992, 1993 рр.).

Матеріали дисертації були використані в курсі лекцій "Теорія прийняття рішень".

Публікації. Основні наукові результати дисертації відображено у 10 друкованих працях.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота викладена на 151 сторінці, містить 10 малюнків. Робота складається з вступу, трьох розділів, закінчення, переліку використаної літератури з 114 найменувань та додатку.

У вступі обгрунтовано актуальність теми, викладено стан питання, сформульовано мету дослідження, подано загальну характеристику роботи, розкрито її практичне значення та наукову новизну, сформульовано основні положення, які виносяться до захисту.

В першому розділі досліджено методологію знаходження рішення багатокритеріальних задач вибору за допомогою порядкових відношень мажоризації. Надано експлікацію принципу перерозподілів для порядкових порівнянь. Побудовано агреговані ВВП, що дозволяють здійснювати порівняння ступеню "рівномірності" векторів, компоненти яких виміряно у порядковій шкалі. Надано інтерпретацію порядкових відношень мажоризації у термінах теорії добробуту.

В другому розділі отримано умови зв'язності векторних оцінок агрегованими ВВП при завданні різних відношень на множині критеріїв. Розглянуто ситуації, коли критерії лінійно впорядковані та задано повний квазіпорядок на критеріях.

У третьому розділі описано експертну систему підтримки процесів прийняття рішень, що поєднує функції інформаційно-пошукової системи, яка забезпечує в процесі діалогу взаємодію ОПР з базою даних на професійній мові користувача, та логіко-лінгвістичного моделювання, що дозволяє застосовувати комп'ютери у важко формалізуємої галузі людської діяльності - прийняття рішень.

ЗМІСТ РОБОТИ

Загальну структуру багатокритеріальної задачи прийняття рішень в умовах визначенності можна подати таким чином.

Припустимо, що багатокритеріальний вибір у цій задачі уявляється як вибір на обмеженій множині дискретних альтернатив U, що допустимі для конкретної реалізації задачи, та яка є підмножиною деякої універсальної множини альтернативних рішень. Нехай при вирішенні задачи розглядається n критеріїв. Тоді порівняння альтернатив здійснюється за допомогою заданого на U векторного критерія $f=(f_1,\dots,f_n)$, що приймає значення з $X=X_1\times X_2\dots\times X_n\subset E_n$ (яке зветься критеріальним простором), де X_i - множина числових оцінок по критерію f_i ($f:U\to X$, $x_i=f_i(u)$, де $u\in U$), x - це векторна оцінка альтернативи на множині критеріїв.

Вважається, що векторний критерій повністю характерізує об'єкти вибору, тобто порівняння об'єктів за перевагою можна здійснювати шляхом зіставлення відповідних векторних оцінок. Тому вибір рішення з множини U зводиться до раціонального в тому чи іншому розумінні вибору оптимальної оцінки з множини досяжних оцінок.

Критерії оцінки альтернатив характеризуються типом шкали, що визначається множиною допустимих перетворювань. Визначим шкалу як трійку (S,H,θ), що складається з двох систем з відношеннями S і H та гомоморфізму θ системи S в H. Де $S=(A,R_1,R_2,\dots,R_p,\ O_1,O_2,\dots,O_q)$ і $H=(B,R'_1,R'_2,\dots,R'_p,\ O'_1,O'_2,\dots,O'_q)$, A,B - множини; $R_1,R_2,\dots,R_p$ $(R'_1,R'_2,\dots,R'_p)$ - відношення, які визначені на $A(B)$; $O_1,O_2,\dots,O_q$ $(O'_1,O'_2,\dots,O'_q)$ - бінарні операції, що визначені на $A(B)$.

Допустимим перетворюванням шкали (S,H,θ) є функція φ, яка задовольняє умовам $\varphi: \sigma(A)\to B$ та $\varphi(\sigma(A))$ - гомоморфізм системи S у систему H. Звичайно оцінки даного показника визначені разом з множиною всіх допустимих перетворювань. В цьому випадку кажуть, що виміри зроблено у шкалі заданого типу. Шкала, значення якої визначені з точністю до порядку їх проходження, є порядковою. Допустимі перетворювання цієї шкали складаються з усіх монотонно зростаючих функцій, тобто функцій, що задовольняють умові $x\geq y \leftrightarrow \varphi(x)\geq\varphi(y)$.

Увага, яка приділяється в теорії прийняття рішень порядковим шкалам, пояснюється тим, що це найбільш зручний та зрозумілий ОПР засіб виміру критеріїв, і що ці шкали є одними з найслабкіших, і тому можливе розповсюдження отриманих для них результатів на ситуації, коли використовуються більш сильні шкали.

Далі будемо вважати, що критерії виміряно в неперервній порядковій шкалі.

Для вирішення задачи вибору необхідно отримати від ОПР інформацію про його переваги. Тому вводиться множина Ω - це множина повідомлень про систему уявлень ОПР. Ω складається з повідомлень $\omega\in\Omega$ таких, що кожне окремо чи в сукупності з іншими дозволяє попарно порівнювати векторні оцінки.

У задачах багатокритеріального вибору переваги ОПР формалізуються за різними засобами. Припустимо, що в моделі, яка розглядається, у множині векторних оцінок X у ОПР існує ВВП R, відношення рівноцінності $I=R\cap R^{-1}$ (де R^{-1} - відношення, що обернене до R) і строге ВВП $P=R\setminus I$, на основі яких можна вибрати оптимальне рішення. Характерною особливостю таких задач є неможливість отримання одночасно всієї інформації про переваги від ОПР, і тому виникає проблема її добування за допомогою деякої ітеративної процедури. В цих задачах ВВП будується шляхом логічного виводу з визначеного набору предпосилок, що задаються ОПР. Механізм побудови ВВП через ряд ітерацій є, таким чином, дедуктивним, а відбудовані відношення, що задовольняють всім повідомленням про переваги, можна визначити як агреговані. Позначимо їх як R^{Ω}.

У практичних задачах звичайно завдаються вимоги до оптимальності, тобто умови, що накладаються на принцип оптимальності, в даному випадку - на бінарне відношення, яке відбудовується, тому до структури моделі задачи вводиться елемент Q - вимоги до оптимальності, що відображають систему уявлень ОПР. Сформулюємо основні припущення, які приймаються в моделі. Будемо вважати, що критерії виміряні у порядковій шкалі і переваги ОПР характеризуються умовами мажоризації. Мажоризація характеризує прагнення ОПР до вирівнювання оцінок по критеріях або до збільшення розриву у значеннях оцінок, які часто виникають у практичних ситуаціях вибору. Приймемо також, що всі критерії незалежні за перевагою і виконується умова транзитивності при попарному порівнянні альтернатив.

Таким чином, модель задачи можна подати так:

$$\langle U,\ f,\ X,\ \Omega,\ \mathbb{R}^{\Omega},\ Q\rangle$$

де $\mathbb{R}^{\Omega}$ - сім'я видів відношень;

$\mathbb{R}^{\Omega}=\langle R_1{}^{\Omega},\ R_2{}^{\Omega},\text{Л}_{R_1}{}^{\Omega},\text{Л}_{R_2}{}^{\Omega},\text{КВ}_{R_1}{}^{\Omega},\text{КВ}_{R_2}{}^{\Omega}\rangle$, в якому кожне

$R_i{}^{\Omega}$- формалізує конкретну систему, що віддає переваги, ОПР;

$Q=\langle Q_{\text{р}},\ Q_{\text{л}},\ Q_{\text{кв}}\rangle$ - множина умов, що накладаються на принцип оптимальності;

$Q_{\text{р}}$- підмножина множини Q, яка не містить в собі інформації про впорядкованість критеріїв;

$Q_{\text{л}}$- підмножина, яка містить умову лінійної впорядкованості критеріїв;

$Q_{\text{кв}}$- підмножина, яка містить умову існування відношення повного квазіпорядку на множині критеріїв.

Для побудови ВВП у роботі використано підхід, який запропоновано Подиновським В.В. і розвинуто далі в роботах Жевновака С.С. і Білана В.І.: на основі інформації о співвідношеннях значень оцінок по часткових критеріях, яку одержано від ОПР, будуються ВВП для альтернатив, що мають векторні оцінки, які відрізняються тільки по двох критеріях. Якщо виконати транзитивне замикання об'єднання побудованих відношень порівняння для всіх пар індексів i та j, буде одержано агреговане бінарне відношення R^{Ω}. За означенням

$$xR^{\Omega}y \leftrightarrow \exists\ z^1,\ldots,z^l\ (z^k\in X)\ \text{такі, що}$$
$$xR^{(1)}z^1,\ z^1R^{(2)}z^2,\ldots,\ z^lR^{(l+1)}y,$$

де $R^{(k)}$ - це одне з відношень, побудованих на основі повідомлень $\omega\in\Omega$. Зауважимо, що $xI^{\Omega}y$ справедливе, якщо всі $R^{(k)}$ - симетричні відношення, а $xP^{\Omega}y$ має місце, якщо хоча б одне $R^{(k)}$ відрізняється від I.

Слід підкреслити, що механізм побудови бінарного відношення, який реалізовано на основі наведеної схеми, є дедуктивним. Це обумовлено тим, що агреговане відношення відбудовується шляхом побудови низки логічного виводу з заданої системи повідомлень, які формализовані звуженнями результуючого відношення.

Розглянемо порядкові відношення мажоризації, які побудовано автором за допомогою розширення відомих аксіом Пігу-Дальтона. Ці аксіоми мають вигляд:

1) якщо $y=(y_1,..,y_n)$ та $x=y_\pi$ (де π - декотра перестановка індексів), то вектори x та y еквівалентні;

2) якщо для $y=(y_1,..,y_n)$ виконується $y_i>y_j$, то вектор x має більшу рівномірність розподілу значень своїх компонент, коли $x_i=y_i-\delta$; $x_j=y_j+\delta$; $x_k=y_k$; $k=1,..,n$; $k\neq i,j$. Де $0<\delta<y_i-y_j$.

Раніш Біланом В.І розроблялись питання застосування бінарних відношень, які побудовані ним на основі аксіом мажоризації, для задач прийняття рішень. Ця дисертаційна робота являється продовженням досліджень з даної проблеми.

В роботі автор пропонує експлікацію принципу перерозподілу Пігу-Дальтона, яка припускає лише можливість порядкових порівнянь. Зокрема, другу умову пропонується замінити умовою такого вигляду: якщо для $y=(y_1,..,y_n)$ виконується $y_i>y_j$, то вектор x має більш рівномірний розподіл значень компонент у випадку, коли $x_i=y_i-\delta_i$; $x_j=y_j+\delta_j$; $x_k=y_k$; $k=1,..,n$; $k\neq i,j$. Де $0<\delta_i,\delta_j<y_i-y_j$. Іншими словами, вимагається лише виконання порядкових умов для i,j компонент векторів x і y : $y_j<x_i,x_j<y_i$. Очевидно, що наведена умова співпадає з другою аксіомою Пігу-Дальтона при зведенні до неї додаткової вимоги $\delta_i=\delta_j$.

Сформульовану вище умову можна подати як порядкове порівняння у такому вигляді:

$$\begin{gathered} \min(x_i,x_j)>\min(y_i,y_j) \\ \max(x_i,x_j)<\max(y_i,y_j) \\ x_k=y_k;\quad k=1,..,n;\quad k\neq i,j. \end{gathered} \tag{1}$$

В роботі пропонується також розширення умов "протилежних" умовам другої аксіоми Пігу-Дальтона на випадок порядкових порівнянь: якщо для $x=(x_1,..,x_n)$ виконується $x_i>x_j$, то вектор y має більшу рівномірність розподілу значень компонент (тобто є менш переважним, ніж x), коли $y_i=x_i-\delta_i$; $y_j=x_j+\delta_j$; $x_k=y_k$; $k=1,..,n$; $k\neq i,j$. Де $0<\delta_i,\delta_j<x_i-x_j$.

Альтернативна формулювання цих умов можлива у вигляді, аналогічному (I):

$$\max(x_i,x_j)>\max(y_i,y_j) \qquad (2)$$
$$\min(x_i,x_j)<\min(y_i,y_j)$$
$$x_k=y_k; \quad k=1,..,n; \quad k\neq i,j.$$

Відношення (I) і (2) визначають два нових види порядкових порівнянь для пари альтернатив, які мають векторні оцінки, що відрізняються по двох критеріях. Згідно з описаним підходом, для одержання порядкового відношення мажоризації на всієї множині допустимих альтернатив, необхідно виконати операцію транзитивного замикання об'єднання бінарних відношень, які задані умовами (I) і (2), для всіх пар індексів i,j $(i\neq j)$. Побудову агрегованого бінарного відношення в умовах, що задаються, можна інтерпретувати як ситуацію, коли ВВП будується для задачи з рівноважливими (за термінологією запропонованою Подиновським В.В.) критеріями. З (I) отримано такі відношення:

$$xP_1,^{\Omega}y \Leftrightarrow (x_{(1)}>y_{(1)}) \;\&\; (x_{(n)}<y_{(n)}) \qquad (3)$$
$$xI_1,^{\Omega}y \Leftrightarrow x_{\uparrow}=y_{\uparrow}\ ,$$

де $x_{\uparrow}=(x_{(1)},..,x_{(n)})$, $x_{(1)}\leq x_{(2)}\leq\ldots\leq x_{(n)}$, тобто компоненти вектора x впорядковані за неубуванням.

Коли заохочується нерівність доходів (згідно термінології аксіом), тобто справедливі співвідношення виду (2), "протилежні" умовам (I), критерій порівняльності двох векторних оцінок такий:

$$xP_2,^{\Omega}y \Leftrightarrow (x_{[1]}>y_{[1]}) \;\&\; (x_{[n]}<y_{[n]}) \qquad (4)$$
$$xI_2,^{\Omega}y \Leftrightarrow x_{\downarrow}=y_{\downarrow},$$

де $x_{\downarrow}=(x_{[1]},..,x_{[n]})$, $x_{[1]}\geq x_{[2]}\geq\ldots\geq x_{[n]}$, тобто компоненти вектора x впорядковані за незростанням.

Наведені вище затвердження для відношень $R_1,^{\Omega}$ і $R_2,^{\Omega}$ можна сформулювати альтернативно за допомогою стохастичних матриць (тобто таких матриць, що задовільняють умовам $a_{ij}\geq 0$ і $\sum_{j=1}^{n} a_{ij}=1$, $i=1,..,n$):

$$xR_1,^{\Omega}y \Leftrightarrow x=Ay \qquad (5)$$
$$xR_2,^{\Omega}y \Leftrightarrow Ax=y$$

За допомогою такого подання одержані результати легко перенести до області економічних досліджень.

На практиці часто використовуються відношення, які звуться раціональними. Вони характеризуються тим, що включають в себе відношення Парето. Ця умова звичайно задається повідомленнями, які одержуються від ОПР. Умови, сформульовані на основі співвідношення (I) і принципу Парето, мають такий вид:

$$[\min(x_i,x_j)>\min(y_i,y_j)]\vee[\min(x_i,x_j)=\min(y_i,y_j)\,\&\,\max(x_i,x_j)>\max(y_i,y_j)] \qquad (6)$$
$$x_k=y_k;\ k=1,..,n;\ k\neq i,j.$$

Для умов (2) і Парето:

$$[\max(x_i,x_j)>\max(y_i,y_j)]\vee[\max(x_i,x_j)=\max(y_i,y_j)\,\&\,\min(x_i,x_j)>\min(y_i,y_j)] \qquad (7)$$
$$x_k=y_k;\ k=1,..,n;\ k\neq i,j.$$

Одержані співвідношення можна інтерпретувати як формалізацію переваг ОПР-"песиміста" для (6), який прагне поліпшити хоча б мінімальні значення оцінок, та ОПР-"оптиміста" для (7), який поліпшує найкращі показники.

Якщо виконано процедуру синтезу нових бінарних відношень для розмірності n, буде одержано відповідні порядкові аналоги відомих відношень супер- та субмажорування:

$$xP_1^{\Omega}y \leftrightarrow x_{\uparrow}Ly_{\uparrow} \qquad (8)$$
$$xI_1^{\Omega}y \leftrightarrow x_{\uparrow}=y_{\uparrow}$$

де L – відношення лексікографії та

$$xP_2^{\Omega}y \leftrightarrow x_{\downarrow}Ly_{\downarrow} \qquad (9)$$
$$xI_2^{\Omega}y \leftrightarrow x_{\downarrow}=y_{\downarrow}.$$

У контексті теорії добробуту подані вище відношення можна інтерпретувати як порядки колективного добробуту, які дозволяють порівнювати різні форми розподілу доходів у суспільстві.

Відношення R_1^{Ω} і R_2^{Ω} можна подати в іншому вигляді, якщо впорядкувати оцінки по критеріях векторів x та y за неубуванням, виключити з розгляду рівні пари компонент, які утворилися, та перенумерувати знов множину критеріїв, які залишилися. Це можливо на тій підставі, що виконується умова незалежності критеріїв за перевагою. Припустимо, що кількість критеріїв, що залишились, дорівнює m. Позначимо

$J_{xy}=\{i \mid x_{\langle i\rangle}\neq y_{\langle i\rangle},\ i\in 1,..,m\}$, де $x_{\langle 1\rangle}\leq x_{\langle 2\rangle}\leq\ldots\leq x_{\langle m\rangle}$. Тоді

$$xP_1^{\Omega}y \leftrightarrow x_{\langle 1\rangle}>y_{\langle 1\rangle} \quad \text{при } J_{xy}\neq\emptyset \qquad (10)$$
$$xI_1^{\Omega}y \leftrightarrow x_{\uparrow}=y_{\uparrow} \quad \text{при } J_{xy}=\emptyset$$

Введемо $J_{xy}=\{i \mid x_{[i]}\neq y_{[i]},\ i\in 1,..,m\}$, де $x_{[1]}\geq x_{[2]}\geq\ldots\geq x_{[m]}$:

$$xP_2^{\Omega}y \leftrightarrow x_{[1]}>y_{[1]} \quad \text{при } J_{xy}\neq\emptyset \qquad (11)$$
$$xI_2^{\Omega}y \leftrightarrow x_{\downarrow}=y_{\downarrow} \quad \text{при } J_{xy}=\emptyset$$

Представляється цікавою та обставина, що послаблення вимог до шкали виміру критеріїв призвело до більш сильних відношень. Дійсно, відомі відношення мажоризації вкладені у побудовані бінарні відношення, тобто з'являється можливість порівняння альтернатив, які не можуть бути порівняні за відомими відношеннями.

Розглянемо ситуації, коли на ВВП накладаються додаткові умови, які визначаються інформацією, що надходить у процесі діалогу. У ролі цих обмежень будуть виступати відношення, які задаються на множині критеріїв. Традиційно розглядаються випадки, коли задаються відношення лінійного порядку (антирефлексивне, транзитивне та асиметричне відношення) і повного квазіпорядку (рефлексивне, транзитивне і повне відношення).

Будемо вважати, що критерії лінійно впорядковані, тобто крім умов, які представлені виразами (6) і (7), вводиться додаткова вимога $x_i\geq y_i$ (або $x_j\geq y_j$ в залежності від переваг ОПР). Це можна інтерпретувати як вирішення задачі за умови, що критерії впорядковані по убуванню важливості. Застосувавши описану вище схему побудови транзитивного бінарного відношення, одержимо порядкові відношення мажоризації для лінійно впорядкованих критеріїв:

$$x\ {}^{Л}P_1^{\Omega}y \leftrightarrow \min_{\substack{i\\ i\in J_{xy}}} x_i \geq \min_{\substack{i\\ i=1,..,p}} y_i \quad \text{при } q_{x_p}\leq q_{y_p};\ \text{для } p=1,..,m \qquad (12)$$

де $J_{xy}=\{i \mid x_i\neq y_i, i\in 1,..,m\}$ і $J_{xy}\neq\emptyset$; q_{x_p} (q_{y_p})- кількість мінімальних значень $x(y)$ серед перших p компонент, які дорівнюють мінімальному значенню $y(x)$.

$$x\ {}^{Л}I_1^{\Omega}y \leftrightarrow x=y \qquad (\text{при } J_{xy}=\emptyset)$$

У (12) хоча б одна нерівність строга, тому що після виключення з розгляду рівних пар компонент хоч би перша пара компонент зв'язана відношенням ">".
Аналогічно формулюється вид умов для відношень $Л_{p_2}^{\Omega}$ и $Л_{1_2}^{\Omega}$

$$x\, Л_{p_2}^{\Omega}\, y \leftrightarrow \max_{\substack{i \\ i \in J_{xy},}} x_i \ge \max_{\substack{i \\ i=1,..,p}} y_i \quad \text{при } q_{x_p} \ge q_{y_p}; \quad \text{для } p=1,..,m \qquad (13)$$

$$x\, Л_{1_2}^{\Omega}\, y \leftrightarrow x=y \qquad (\text{при } J_{xy}=\emptyset)$$

де q_{x_p} (q_{y_p})- кількість максимальних значень $x(y)$ серед перших p компонент, які дорівнюють максимальному значенню $y(x)$.

Розглянемо ситуацію, коли структура множини Ω така, що всю множину критеріїв розбито на неперетинаючі класи еквівалентності $C_1,..,C_M$ таким чином, що при порівнянні оцінок по критеріях одного класу додаткові умови на ВВП не накладаються, а при порівнянні оцінок по критеріях, які відносяться до різних класів, накладаються умови виду $x_i \ge y_i$, якщо критерій з номером i належить до класу з меншим індексом. За термінологією Подиновського В.В., ці умови можна сформулювати таким чином: усередині одного і того ж класу будь-які два критерії рівноважливі, а будь-який критерій із класу з меншим номером важливіше будь-якого критерія із класу з більшим номером.

Впорядкуємо оцінки по критеріях усередині кожного класу еквівалентності за неубуванням. Виключимо з розгляду рівні пари компонент векторів у кожному класі. Розмірність отриманих векторів дорівнює m. Тоді, якщо множина $J_{xy}=\{i \mid x_i \ne y_i,\ i \in 1,..,m\}$ непуста, то

$$x\, КВ_{P_1}^{\Omega}\, y \leftrightarrow \min_{\substack{r \\ r \in J_{xy},}} x_r \ge \min_{\substack{r \\ r \in \bigcup_{L=1}^{N} C_L}} y_r \quad \text{при } q_{x_N} \le q_{y_N}; \quad \text{для } N=1,..,M \qquad (14)$$

де q_{x_N} (q_{y_N}) - кількість мінімальних значень $x(y)$ серед компонент з об'єднання перших N класів, які дорівнюють мінімальному значенню $y(x)$.

Серед всіх нерівностей в (14) хоча б одна строга з тієї ж причини, що і для (12).

$$x\, КВ_{I_1}^{\Omega}\, y \leftrightarrow x_{l} = y_{l} \quad l \in C_L \qquad \text{для } L=1,..,M$$

Для відношень ${}^{КВ}P_2^{\,\Omega}$ і ${}^{КВ}I_2^{\,\Omega}$ умови "обернені":

$$x\ {}^{КВ}P_2^{\,\Omega}\ y \leftrightarrow \max_{r\in J_{xy}} x_r \ge \max_{r\in \bigcup_{L=1}^{N} C_L} y_r \quad \text{при } q_{x_N} \ge q_{y_N}; \quad \text{для } N=1,\dots,M \qquad (15)$$

$$x\ {}^{КВ}I_2^{\,\Omega}\ y \leftrightarrow \underset{l\in C_L}{x_l = y_l} \qquad \text{для } L=1,\dots,M$$

Заключним етапом знаходження рішення є вибір однієї або кількох альтернатив по збудованому бінарному ВВП. У роботі як принцип вибору використується принцип недомінуємості.

В роботі пропонується експертна система, що поєднує функції інформаційно-пошукової системи та логічний вивід. Система створювалася для автоматизації однієї з задач управління матеріально-технічним постачанням підприємства: облік забезпеченості матеріалами та комплектуючими виробами по складах підприємства та розподіл матеріалів, що надходять. Призначенням цієї задачі є контроль за забезпеченістю виробничої програми підприємства для виявлення дефіцитних позицій матеріалів і розподіл як залишків із складів, так і матеріалів, що надходять, серед цехів з метою зменшення значень дефіцитних показників.

Розроблена система складається з ряду компонентів. Інформаційно-пошукові функції здійснює модуль інформаційного обслуговування користувача за допомогою інтерфейсу користувача. Він проводить підрахунки необхідних значень, видачу інформації по запитах користувача по сформованих критеріях пошуку, видачу інформації про стан бази даних.

Для підтримки бази даних у системі передбачено засоби обслуговування бази даних, які реалізують функції додання, усунення, корекції та реорганізації даних (в базі даних зберігається конкретна інформація про предметну область, тобто альтернативи, критерії, оцінки по критеріях, а також необхідні дані для розрахунків. У ній також створюються робочі області для збереження поточної інформації про упорядкованість альтернатив). Діалог у системі реалізовано в простій і доступній формі у вигляді меню можливих відповідей, що видаються на екран дисплея.

Механізм логічних виводів функціонує на основі правил продукції та інформації, що надходить від ОПР в процесі пошуку рішення. Цей дедуктивний механізм дозволяє відбудовувати ВВП шляхом логічного виводу з визначеного набору передумов, що задаються ОПР, і проводити вибір оптимальної альтернативи по збудованому агрегованому відношенню. Правила, які згруповані по категоріях з метою прискорення процесу виводу, зберігаються в базі знань. Для спрощення представлення правил до їх умовної частини вбудовані процедури, які дозволяють проводити проміжні дії. В ролі додаткової інформації можуть надходити повідомлення ОПР про структуру його переваг, прагнення до вирівняння значень оцінок по критеріях або про збільшення розриву в значення оцінок.

Для поповнення знань і видачи коментарів до роботи системи передбачено модуль придбання знань та модуль пояснень. Модуль придбання знань складається з незалежних процедур, які реалізують функції класифікації знань, перевірки на несуперечливість, цілісність та повноту.

Програмну реалізацію виконано в середовищі FoxBase+ на ПЕОМ IBM PC/AT.

На основі аналізу задачи розподілу ресурсів встановлено, що при оцінці варіантів рішення використовуються змішані групи критеріїв (мають місце як кількісні, так і якісні критерії): критерії з виробничого циклу, які характеризують засоби розподілу матеріалів та ресурсів між цехами підприємства; критерії, які віддзеркалюють специфічні вимоги до діяльності служби постачання; критерії, які віддзеркалюють психологічний клімат у цехах підприємства.

Практичне використання та результати впровадження показали, що розроблені алгоритмічні і програмні засоби є ефективними і можуть використовуватися для вирішення широкого класу задач, які можна сформулювати у рамках запропонованого в роботі модельного представлення.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ

1. Побудовано і досліджено моделі задачи прийняття рішень, що використовують бінарні порядкові відношення мажоризації як принцип оптимальності.

2. Запропоновано більш загальну експлікацію принципу перерозподілів Пігу-Дальтона, яку отримано шляхом введення порядкової шкали виміру критеріїв, та на основі введених співвідношень побудовано бінарні ВВП, котрі являються більш

сильними, ніж відомі відношення мажоризації.

Запропоновані ВВП для пошуку оптимального рішення багатокритеріальної задачи прийняття рішень є відношеннями нового типу, які дозволяють здійснювати порівняння ступеню "рівномірності" векторів, компоненти яких виміряні в порядковій шкалі.

Також побудовано ВВП, які являються порядковими аналогами відомих відношеннь супер- і субмажорування.

3. Запропоновано представлення порядкових відношень мажоризації за допомогою так званих стохастичних матриць.

4. Досліджено задачі мажоризаційного вибору в контексті теорії добробуту.

5. Одержано умови зв'язності векторних оцінок порядковими ВВП при різній впорядкованості критеріїв, які сформульовані за допомогою запропонованого методу "викреслювання" рівних оцінок.

6. Розроблено експертну систему підтримки процесів прийняття рішень для автоматизації рішення задачи розподілу ресурсів за умови дефіциту, яка поєднує функції інформаційно-пошукової системи та логічний вивід.

По темі дисертації опубліковано такі роботи:

1. Вольвах А.Г., Пугачева М.В. Порядковые отношения мажоризации.//Материалы XIV Международной конференции молодых ученых "Планирование, организация и управление наукой" (18-21 апреля 1989 г.). - Киев. - 1990. - С.48-51.

2. Пугачева М.В. К вопросу о методологии построения экспертных систем поддержки процессов принятия решений. //Материалы XV Международной конференции молодых ученых "Планирование, организация и управление наукой" (18-20 апреля 1990 г.).- Киев.- 1991. - С.96-97.

3. Пугачева М.В., Вольвах А.Г. К вопросу о методах представления знаний в экспертных системах. //Материалы XV Международной конференции молодых ученых "Планирование, организация и управление наукой" (18-20 апреля 1990г.).- Киев.- 1991.- С.97-99.

4. Вольвах А.Г., Пугачева М.В. О генезисе принципов сравнения неравномерности распределения доходов в эконометрии. //Материалы Международного (XIII Киевского) симпозиума по науковедению и научно-техническому прогнозированию (10-13 октября 1990 г.).-Киев: Наукова думка, 1990.- Ч.1.- С.26-29.

5. Пугачева М.В. Развитие методов измерения неравенства доходов в обществе.//Тезисы XXXIII научной конференции аспирантов и молодых специалистов ИИЕТ (II-I5 февраля I99Iг.)-Москва. - I99I. - С.34-35.

6. Вольвах А.Г., Пугачева М.В. О порядковых отношениях мажоризации в моделировании предпочтений.//Труды XVI Международной конференции молодых ученых "Планирование, организация и управление наукой" (24-26 апр.I99I г.).- Киев.- I99I.- С.II-I3

7. Пугачева М.В. К вопросу об исследовании бинарных отношений.// Тезисы XXXIV научной конференции аспирантов и молодых специалистов ИИЕТ (26-28 мая I992 г.).- Москва.-I992.- С.48-50.

8. Вольвах А.Г., Пугачева М.В. О представлении предпочтений в организации и управлении НИОКР бинарными отношениями. //Сборник трудов XVII Международной конференции молодых ученых "Планирование, организация и управление наукой" (22-24 апреля I992 г.). - Киев. - I993. - С.I4-2I.

9. Пугачева М.В. Процедуры логического вывода в системах принятия решений.//Сборник трудов XVII Международной конференции молодых ученых "Планирование, организация и управление наукой" (22-24 апреля I992 г.).- Киев.- I993.- С.40-42.

I0. Вольвах А.Г., Пугачева М.В. О некотором подходе к решению многокритериальных задач выбора.//Материалы III Украинской научной конференции "Теория, история и организация науки" (24-26 апреля I992 г.). - Киев. - I993. - С.20-22.

Підп. у друк 05.05.93 Формат 60х90/16. Пап.друк. N 1
Ум. др. л. 1,0. Ум. кр.-відт. 1,0. Ум.-вид. л. 0,9 Тираж 100
Замовл.

Інститут надтвердих матеріалів АН України
252153 Київ-153, вул.Автозаводська, 2
Ротапринт ІНМ АН України.

БЕСПЛАТНО