

МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ

УНІВЕРСИТЕТ ВНУТРІШНІХ СПРАВ

На правах рукопису

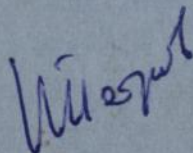
ПЕТРОВ Костянтин Едуардович

**МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ
В СИСТЕМАХ ОРГАНІЗАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ**

06.18.01 - Системний аналіз та теорія
оптимальних рішень

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук



Харків 1996

284.5
006.91

AB 38.776

Дисертацією є рукопис.
Робота виконана в Університеті

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00760846 (V)

Науковий керівник: доктор
Яковлев Сергія Всеволодович.

Науковий консультант: кандидат юридичних наук, доцент
Орлов Павло Іванович.

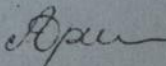
Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Сироджа Ігор Борисович;
кандидат технічних наук, доцент
Кухарьонюк Михайло Андрійович.

Провідна організація: Київський національний університет
ім. Т.Г. Шевченка.

Захист відбудеться "13" листопада 1997 р. о 14⁰⁰ годині
на засіданні спеціалізованої вченої ради К 02.24.03 в
Університеті внутрішніх справ МВС України за адресою:
310080, Харків, проспект 50-річчя СРСР, 27.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці
Університету внутрішніх справ МВС України.

Автореферат розіслано "10" січня 1997 р.

Вченої секретар
спеціалізованої вченої ради  І.В. Арістова

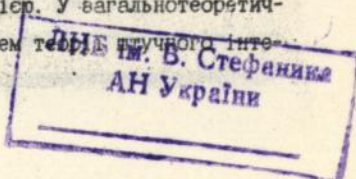
ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В теперешній час поряд з традиційними напрямками інформатизації, такими як виробнича сфера, складні технологічні та організаційні системи управління, у всьому світі ведуться роботи по впровадженню обчислювальної техніки у виробничу та соціальну сфери діяльності. Однією з характерних особливостей нових предметних областей інформатизації є необхідність урахування людського фактору, поведінки людини чи групи людей як об'єкту та суб'єкту управління. Ця обставина і спричинила інтенсифікацію досліджень як в подальшому розвитку загальної теорії прийняття рішень, так і прикладних робіт по створенню проблемно-орієнтованих засобів підготовки та прийняття рішень.

Процес підготовки та прийняття рішень, незалежно від предметної області, можна представити як послідовність слідуючих задач:

- формування множини допустимих рішень (альтернативних шляхів досягнення цілі);
- вибір та обґрунтування критеріїв оцінки як метричного ба-
веса що до порівняння якості допустимих рішень (задача оцінюван-
ня);
- визначення найбільш переважного (найкращого) рішення (за-
дача оптимізації).

Не применшуючи складності та важливості вирішення всіх вище передічених задач, визначимо, що задача оцінювання є концептуальною і в значній мірі визначає потенційну ефективність прийнятого рішення та його наслідків. Вирішення цієї задачі пов'язане з побудовою моделей багатфакторного оцінювання, тобто з їх структурною та параметричною ідентифікацією. У загальнотеоретичному плані це одна з центральних проблем теорії математичного інте-



лекту. Трудність її вирішення зумовлена необхідністю формалізації евристичного (суб'єктивного) процесу оцінювання та вибору рішення людиною чи групою людей.

Можливі два підходи до вирішення зазначеної проблеми: 1) інтроспективний, коли особа, яка приймає рішення (ОПР) спонукається до самоаналізу, усвідомлення своїх переваг і, після цього, формалізації на цій основі процедури оцінювання рішень, що пропонуються; 2) об'єктивний, заснований на розвитку формальних засобів ідентифікації моделі оцінювання на основі інформації про прийняті ОПР рішення.

Обидва підходи є взаємодоповнючими, але більш перспективним, хоч і менш розвиненим є другий підхід.

Метою роботи є синтез математичних моделей багатофакторного оцінювання та засобів їх параметричної ідентифікації, як прикладного інструментарія розробки систем підтримки прийняття рішень, орієнтованих на управління соціальними процесами.

Задачі дослідження:

- вивчення та аналіз існуючих підходів до вирішення задачі ідентифікації математичних моделей багатофакторного оцінювання;
- розвиток теорії корисності на випадок нелінійної залежності корисності локальних факторів від їх абсолютного значення; синтез нелінійних функцій корисності локальних факторів;
- розробка адаптивної математичної моделі багатофакторного оцінювання, яка дозволить враховувати різноманітну інформаційну визначеність конкретної ситуації вибору та переваг ОПР;
- розробка засобів та алгоритмів параметричної ідентифікації моделі багатофакторного оцінювання на основі прийнятих ОПР рішень;
- алгоритмічна та програмна реалізація розроблених моделей багатофакторного оцінювання.

Методи дослідження. Дослідження, проведені у роботі, базу-

ються на використанні методів системного аналізу, ідей теорії корисності, математичного моделювання, багатокритеріальної оптимізації, математичного програмування та компараторній ідентифікації математичних моделей. Вірогідність одержаних результатів підтверджується проведеними модельними експериментами на ПЕСМ для ряду реальних задач.

На захист вносяться:

- розробка нелінійної функції корисності локальних факторів, яка дозволяє будувати нелінійні математичні моделі узагальненої корисності;

- синтез та дослідження адаптивної моделі оцінки узагальненої корисності альтернатив, яка враховує особливості конкретної ситуації вибору;

- математична модель, методика та алгоритми ідентифікації функції корисності альтернатив за результатами аналізу прийнятих ОПР рішень.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у наступному:

- запроваджено нелінійну функцію корисності локального фактору, яка дозволяє будувати більш адекватні моделі оцінки узагальненої корисності альтернатив;

- запропоновано адаптивну модель багатфакторного оцінювання, досліджені засоби та алгоритми її адаптації до конкретних ситуацій прийняття рішень з урахуванням ступеня поінформованості ОПР про значення вагових коефіцієнтів та його суб'єктивних переважностей;

- на основі теорії компараторної ідентифікації розроблена математична модель та реалізовані алгоритми ідентифікації вагових коефіцієнтів значущості локальних характеристик у моделі багатфакторного оцінювання.

Практична цінність роботи полягає в тому, що розроблені алгоритми багатфакторного оцінювання дозволяють успішно вирішувати

ти широке коло проблем, які виникають при створенні та функціюванні систем підтримки процесів прийняття рішень у складних ситуаціях, зокрема, при розробці проблемно-орієнтованих систем для невиробничої та соціальної сфер.

За результатами проведених досліджень розроблено програмний комплекс для ПЕОМ, у якому реалізовані запропоновані алгоритми.

Реалізація результатів роботи. Одержані у роботі результати були використані при розробці методик порівняльної оцінки ефективності роботи підрозділів органів внутрішніх справ і рейтинговій оцінці слухачів Університету внутрішніх справ за підсумками успішності.

Крім того, наукові положення, висновки та рекомендації, висловлені у дисертації, були використані при підготовці навчальних курсів "Системний аналіз та теорія прийняття рішень", "Математичне програмування", "Дослідження операцій", "Кількісні методи у соціології" та "Математичні методи у психології" на кафедрі прикладної математики Університету внутрішніх справ, а також у курсах "Розрахунки для прийняття рішень" та "Методи оптимізації у САПР", розроблених на кафедрі системотехніки Харківського державного технічного університету радіоелектроніки.

Апробація роботи. Основні результати дисертаційної роботи доповідалися і обговорювалися на Міжнародному симпозиумі "Імовірнісні моделі та обробка випадкових сигналів і поліів" (Тернопіль, 1993 р.); на 2-й національній науковій конференції "Інформатика: теорія, технологія, техніка ІТТТ-95" (Одеса, 1995 р.); на Міжнародній конференції "Теорія і техніка передачі, прийому та обробки інформації" (Туапсе, 1995 р.); на 8-му міжнародному інтердисциплінарному симпозиумі "Методологія математичного моделювання" (Варна, Болгарія, 1996 р.); на 3-му міжнародному семінарі "Актуальні питання впровадження інформаційних техно-

логій в документально-комунікаційній сфері" (Харків, 1996 р.); на щорічній конференції "Симпозіум в дослідження операцій 1996" (Брауншвейг, Німеччина, 1996 р.); на 2-й міжнародній конференції "Теорія і техніка передачі, прийому та обробки інформації" (Туапсе, 1996 р.).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 9 друкованих робіт.

Особистий внесок автора. Усі результати дисертаційної роботи отримано за особистою участю автора. У працях, написаних у співавторстві, дисертантові належить: [1] - методологія вирішення задачі компараторної ідентифікації та ідентифікація моделі багатфакторного вибору; [4, 6, 9] - алгоритм визначення матриці індивідуальних переваг ОПР; [7] - постановка задачі синтезу моделі вибору; [8] - оцінка достовірності моделі вибору на основі аналізу параметричних статистик.

Структура і обсяг роботи. Дисертація викладена на 167 сторінках машинописного тексту і складається з вступу, чотирьох розділів та висновків; містить 10 рисунків, 7 таблиць, бібліографію з 114 найменувань та 3 додатки.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обгрунтовано актуальність проблеми, що розглядається в роботі; сформульовані мета і основні задачі дослідження; показана наукова новизна і практична цінність одержаних результатів; описана загальна структура дисертації і дається стислий зміст кожного розділу.

У першому розділі розглянута загальна проблема прийняття рішень та виділені основні етапи її вирішення. Даний стислий огляд і аналіз існуючих засобів багатфакторного оцінювання та ранжування альтернатив.

В загальному випадку процес прийняття рішень можна предста-

вити як послідовність слідуєчих етапів: 1) формування множини допустимих рішень (альтернативних шляхів досягнення мети); 2) вибір та обґрунтування метричного базису і правил формування оцінок допустимих рішень (задача оцінювання); 3) визначення найкращого рішення (задача оптимізації).

У роботі проведений змістовний аналіз усіх трьох етапів та підкреслена особлива важливість і концептуальність задачі оцінювання. Обґрунтування коректних методів її вирішення пов'язане з формалізацією евристичного процесу оцінювання та вибору рішень людиною чи групою людей, і потім, ідентифікацією на цій основі структури та параметрів моделі багатофакторного оцінювання. У загальнотеоретичному плані це одна з центральних проблем теорії штучного інтелекту.

Формальну постановку задачі багатофакторного оцінювання можна записати у такому вигляді.

Задані: множина допустимих рішень X ; кортеж локальних характеристик (факторів) $\langle k_1, \dots, k_n \rangle$ рішень $x \in X$; відображення $k_i: x \rightarrow E^1, i = 1, n$.

Необхідно: сформувати багатофакторну оцінку рішення $x \in X$

$$K = F[k_1(x), \dots, k_n(x)], \quad (1)$$

яка дозволить встановити на множині X відношення порядку.

Далі, розглянуті і проаналізовані найбільш поширені засоби вирішення задачі оцінювання та ранжування альтернативних рішень.

Можна умовно виділити ряд груп таких засобів.

До першої групи можна віднести так звані аксіоматичні засоби. В них визначається ряд властивостей, яким повинна задовольняти залежність загальної корисності альтернативи від оцінок по окремим локальним факторам. Ці властивості (що приймаються як аксіоми) перевіряються шляхом одержання інформації від ОПР. У

відповідності в цієї інформацією робиться висновок про ту чи іншу форму залежності.

Друга група - прямі засоби, в яких залежність альтернативи від оцінок по окремих факторам відома завдалегідь. Частіше всього використовується вид залежності, при якій визначаються чисельні показники важливості (ваги) факторів, що помножуються на оцінки факторів (наприклад, засіб зваженої суми оцінок факторів). З інших прямих засобів треба згадати про дерева рішень.

В третю групу можна виділити засоби компенсації. В них намагаються зрівноважити оцінки однієї альтернативи оцінками іншої, щоб знайти, які оцінки краще. По ідеї це найбільш простий засіб, при якому людина випишує достоїнства та недоліки кожної з альтернатив і, викреслюючи парами еквівалентні достоїнства чи недоліки), вивчає те, що залишилось.

Четверта група - засоби порогів непорівняності, де задається деяке правило порівняння двох альтернатив (наприклад, оцінки першої по більшості факторів краще) і, потім, у відповідності з цим правилом альтернативи діляться (парно) на порівняні (одна краще іншої або еквівалентні) та непорівняні. Змінюючи відношення порівняності, отримуємо різну кількість пар порівняних альтернатив.

І нарешті, до п'ятої групи можна віднести людину - машинні засоби, що застосовуються в тому випадку, коли модель проблеми оцінювання альтернативних рішень відома частково. Людина взаємодіє із ЕОМ, визначаючи бажані співвідношення між локальними факторами.

В кінці розділу сформульована мета дисертаційного дослідження і на її основі виділені конкретні задачі, які необхідно вирішити для її досягнення.

Другий розділ присвячений обґрунтуванню і синтезу математичних моделей багатфакторного оцінювання та ранжування допус-

тих рішень в залежності від початкової інформаційної визначеності ситуації вибору. В даному випадку, проблема полягає в ідентифікації структури та параметрів моделі багатофакторного оцінювання (1).

Теоретичною основою конструктивного вирішення задачі оцінювання і, після цього, ранжування допустимих рішень є теорія корисності. Згідно з цією теорією, для будь-якого рішення $x \in X$ можна сформулювати функцію корисності $P(x)$, для якої виконуються наступні умови: якщо є такі $x, y \in X$ і $x \succ y$ (x переважніший за y), то $P(x) > P(y)$. Справедливе і зворотнє твердження. Визначимо, що введене тут відношення переваги \succ володіє властивостями антирефлексивності, транзитивності та асиметричності.

Таким чином, функція корисності є кількісною мірою переважності рішень, тобто багатофакторною оцінкою, що враховує всі локальні характеристики рішення $k_i(x)$, $i = \overline{1, n}$:

$$P(x) = P[k_i(x)]. \quad (2)$$

В теперішній час найбільш широко використовуються два принципи формування функцій корисності: адитивний та мультиплікативний.

У розділі проведено порівняльний аналіз обох принципів і на його основі, відповідно до цілей дисертаційного дослідження, вибрана адитивна схема формування узагальненої корисності рішення $x \in X$, яка має вигляд:

$$P(x) = \sum_{i=1}^n a_i p_i[k_i(x)], \quad (3)$$

$$a_i \in [0, 1], \quad i = \overline{1, n}, \quad \sum_{i=1}^n a_i = 1. \quad (4)$$

де a_i - вагові коефіцієнти, що враховують взаємну важливість ло-

кальних характеристик, $p_i[k_i(x)]$ - деяка функція оцінки окремого фактору (характеристики рішення). Надалі, функцію p_i будемо називати функцією корисності локального фактору.

Локальні характеристики k_i , $i = \overline{1, n}$ рішень $x \in X$ мають у загальному випадку різноманітний функціональний зміст, а також розмірність та інтервал виміру. Вони можуть бути вимірні у якісних чи кількісних шкалах.

Для комплексного аналізу даних, наприклад, для встановлення відносин порядку (ранжування) на множині альтернатив потрібен перехід до одного типу даних - числовому або якісному. До цього часу не розроблені підходи до комплексного аналізу даних без такого переходу. Питання, пов'язані з виміром емпіричних факторів у різноманітних шкалах, а також засоби переходу від якісного до числового типу даних та навпаки, докладно розглянуті у роботі.

Надалі, вважаємо, що всі емпіричні характеристики альтернатив вимірні або приведені шляхом експертних оцінок до чисельного вигляду, тобто задано відношення $k_i: x \rightarrow E^1$, $i = \overline{1, n}$.

Усі локальні фактори необхідно привести до ізоморфного вигляду. Це досягається шляхом формування функції корисності локальних факторів. До того ж, бажано, щоб ця функція була універсальною та добре пристосованою для урахування особливостей конкретних систем, їх цілей та критеріїв. Для цього вона повинна відповідати наступним вимогам: мати єдиний інтервал вимірювання $[0, 1]$; бути безрозмірною та інваріантною до вигляду екстремума окремої характеристики (мінімум чи максимум). Останнє означає, що незалежно від вигляду екстремума, кращому значенню характеристики повинно відповідати більше, а гіршому - менше значення функції корисності. Крім того, функція корисності локального фактору повинна дозволити реалізувати як лінійні, так і нелінійні неспадні опуклі вгору чи вниз залежності корисності від абсолютного значення характеристики.

Нелінійні функції дозволяють більш адекватно враховувати реальну залежність корисності від абсолютного значення локального фактору та відкривають шляхи до побудови загальної нелінійної теорії корисності.

Усім переліченим вимогам відповідає функція, що має вигляд:

$$p_i[k_i(x)] = \left(\frac{k_i(x) - k_{i\text{нх}}}{k_{i\text{нл}} - k_{i\text{нх}}} \right)^{\alpha_i}, \quad (5)$$

де $k_i(x)$ - значення оцінки окремої (локальної) характеристики; $k_{i\text{нл}}$, $k_{i\text{нх}}$ - відповідно її найкраще та найгірше значення, яке вона приймає на області допустимих рішень $x \in X$. Залежно від вигляду екстремума

$$k_{i\text{нл}} = \begin{cases} \max_{x \in X} k_i(x), & \text{если } k_i(x) \rightarrow \max_{x \in X} \\ \min_{x \in X} k_i(x), & \text{если } k_i(x) \rightarrow \min_{x \in X} \end{cases} \quad (7)$$

$$k_{i\text{нл}} = \begin{cases} \min_{x \in X} k_i(x), & \text{если } k_i(x) \rightarrow \max_{x \in X} \\ \max_{x \in X} k_i(x), & \text{если } k_i(x) \rightarrow \min_{x \in X} \end{cases} \quad (8)$$

Параметр α_i визначає вигляд залежності: при $0 < \alpha_i < 1$ - опукла вверх; при $\alpha_i = 1$ - лінійна; при $\alpha_i > 1$ - опукла вниз.

Наступний етап полягає в обґрунтуванні структури математичної моделі формування багатofакторних оцінок альтернатив.

В рамках прийнятого адитивного принципу формування функції

корисності (3), узагальнена оцінка рішення $x \in X$ залежить від двох груп параметрів: факторів, що характеризують ситуацію k_i та коефіцієнтів їх взаємної важливості a_i (5). По постановці задачі інформація про фактори k_i є об'єктивною, у той час як значення a_i відображують суб'єктивні переваги людини, ступінь його інформованості про ситуацію вибору. Виходячи з цього, були виділені два класи ситуацій, в яких приймається рішення:

- вихідна інформація про a_i детермінована;
- вихідна інформація про a_i містить невизначеність.

Досліджені конкретні ситуації прийняття рішень, що відносяться до першого класу.

Ситуація 1. Відомі кількісні значення вагових коефіцієнтів a_i локальних факторів $k_i(x)$ або їх функцій корисності $p_i[k_i(x)]$, $i = 1, n$. Останні незалежні одна від іншої.

Ситуація 2. Кількісні значення вагових коефіцієнтів невідомі, але ОПР має інформацію, що дозволяє ранжувати локальні фактори за їх важливістю: $k_1(x) \succ k_2(x) \succ \dots \succ k_n(x)$.

Ситуація 3. ОПР не має ані кількісної, ані якісної інформації про коефіцієнти a_i .

Ситуація 4. Фактори, по яким оцінюється альтернатива $x \in X$, упорядковані за їх важливістю, тобто $k_1(x) \succ k_2(x) \succ \dots \succ k_n(x)$ і для частини в них відомі вагові коефіцієнти a_i , $i = 1, n$.

Ситуація 5. ОПР не має інформації про вагові коефіцієнти a_i факторів $k_i(x)$, але фактори частково упорядковані за їх важливістю.

Ситуація 6. Відомі вагові коефіцієнти a_i для деяких факторів $k_i(x)$, $i = 1, n$ але фактори не упорядковані за їх важливістю.

Для кожної із приведених вище ситуацій запропоновані моделі формування багатofакторних оцінок та ранжування рішень, а також засоби і алгоритми їх ідентифікації.

Аналіз ситуацій 1 - 6 дозволив синтезувати універсальну схему оцінювання та оптимізації, яка може легко адаптуватися до конкретної інформаційної ситуації 1, залежно від цього, реалізувати окремі схеми оптимізації. Для цього може бути використана модель, що має вигляд:

$$x^0 = \arg \max_{x \in X} \left\{ \sum_{i=1}^n [a_i p_i [k_i(x)]] \right\}^{1/\beta} \quad (6)$$

Функція (6) дозволяє реалізувати всі алгоритмічні схеми, використовувани при визначенні оптимального чи ранжуванні рішень в описаних вище ситуаціях: при $\beta = 1$ - адитивну схему і схеми послідовної оптимізації та поступки; при $\beta \rightarrow \infty$ згідно з теоремою про середнє великих степенів - мінімаку; при $\beta \rightarrow -\infty$ - максимін.

При формуванні багатофакторних оцінок в умовах невизначеності (другий клас ситуацій прийняття рішень) у роботі були розглянуті наступні конкретні ситуації.

Ситуація 7. Коефіцієнти a_i задані кількісно, але не точно, а у вигляді інтервалу $[a_{i\min}, a_{i\max}]$ можливих значень, причому переваги всередині інтервалу невідомі.

Ситуація 8. Вагові коефіцієнти задані у вигляді інтервалів $a_i \in [a_{i\min}, a_{i\max}]$, $i = 1, n$, при цьому припускається, що значення a_i є випадковими величинами і всередині інтервалу розподілені по деякому закону.

Ситуація 9. Коефіцієнти a_i задані у вигляді лінгвістичних змінних типу " a_i знаходиться приблизно в інтервалі від b до c ". Зокрема, при $b = c$ маємо приближену точкову експертну оцінку типу " a_i приблизно рівно b ".

Для кожної із ситуацій 7 - 9 запропоновані моделі формування багатофакторних оцінок та ранжування рішень, а також засоби і алгоритми їх ідентифікації.

У третьому розділі описуються розроблені засоби і алгоритми

параметричної ідентифікації моделі багатфакторного оцінювання рішень, що приймаються.

Однією з головних проблем, що стоять на шляху параметричної ідентифікації моделей багатфакторного оцінювання, є одержання від експертів вірогідної інформації про ступінь важливості (вагові коефіцієнти) тих чи інших факторів, що впливають на прийняття остаточного рішення. При вирішенні цієї задачі можливі два підходи.

Перший полягає в спонуканні експерта до проведення інтроспективного аналізу, тобто до осмислювання та формалізації моделі інтелектуального процесу оцінювання і; зокрема, кількісної оцінки своїх переваг. Інструментарієм цього підходу є опроси, інтерв'ювання досліджуваних, експертні оцінки і таке інше. Найбільш поширені засоби одержання якісних та кількісних експертних оцінок факторів (що характеризують альтернативи) та альтернатив у цілому докладно розглянуті у роботі. Основними недоліками цього підходу є необхідність спеціальної підготовки експерта, суб'єктивізм, можливість свідомого чи несвідомого перекручування інформації, корельованість результатів в засобом та процедурою опитування, можливість впливу дослідника на результат.

Прагнення подолати зазначені недоліки приводить до іншого підходу, що полягає у проведенні в ОПР (експертом) серії активних чи пасивних експериментів, реєстрації доступних характеристик процесу оцінювання і використання потім цієї інформації для формальних процедур параметричної ідентифікації моделі оцінювання. У цій ситуації класична теорія ідентифікації виявляється неприцездатною і необхідно створювати альтернативний теоретичний базис, для чого, як вихідну ідею, в роботі пропонується використати теорію компараторної ідентифікації.

На базі цієї теорії були розроблені процедури компараторної

ідентифікації відносних вагових коефіцієнтів в моделі оцінювання на основі інформації про прийняті ОПР рішення для рівноманітних ситуацій.

При синтезі цих процедур були прийняті наступні загальні (для всіх ситуацій) положення.

1. ОПР пред'являються для оцінювання N альтернатив, кожна з яких характеризується однаковим набором n параметрів (факторів), введених до кількісного вигляду. Таким чином, вихідна ситуація оцінювання описується матрицею:

$$\Theta = \begin{bmatrix} \theta_{11} & \theta_{12} & \dots & \theta_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \theta_{N1} & \theta_{N2} & \dots & \theta_{Nn} \end{bmatrix} \quad (7)$$

2. За модель оцінювання прийнята адитивна теорія корисності, що однозначно визначає структуру моделі. Це означає, що корисність кожної із заданих альтернатив для ОПР визначається матрицею

$$P = \Theta \times A, \quad (8)$$

де $A = \| a_i \| ^T$, $i = 1, n$ - матриця-стовбчик вагових коефіцієнтів факторів, що характеризують альтернативи.

3. Прийняття, як базової теорії корисності, однозначно визначає правило ранжування альтернатив :

$$\begin{aligned} \text{якщо } x_i, x_j \in X, \text{ то} \\ x_i \succ x_j &\Leftrightarrow P(x_i) > P(x_j), \\ x_i \sim x_j &\Leftrightarrow P(x_i) = P(x_j). \end{aligned} \quad (9)$$

На зазначених трьох гіпотезах базується синтез процедур параметричної ідентифікації моделі оцінювання, тобто засобів виз-

Тут $b_{vi} = p(\theta_{vi}) - p(\theta_{si})$. Звідси витікає, що $-1 < b_{vi} < 1$. Крім того, із моделі виходить, що

$$0 < a_i < 1, \quad \sum_{i=1}^n a_i = 1, \quad i = 1, n. \quad (13)$$

Система (12) містить $N - 1$ нерівнянь, бо $P_S - P_S = 0$.

Задача полягає в тому, щоб визначити матрицю вагових коефіцієнтів A з урахуванням обмежень (12) та (13).

Обмеження (12), (13) лінійні, що до шуканих невідомих a_i і в силу цього представляють собою деякий опуклий многогранник в n -мірному просторі, який є множиною допустимих значень Ω матриці A . Множина Ω порожня, коли системи обмежень (12), (13) несумісні.

В зв'язку з цим виникає дві задачі: визначення сумісності обмежень (12), (13) і вибір, якщо множина допустимих значень не порожня, значення матриці A .

Вирішення останньої задачі зводиться до формування правила (критерію) вибору єдиного рішення з множини Ω . Із постановки задачі витікає висока невизначеність обмежень (12), що зумовлено невідомістю правих частин вихідних рівнянь (11) та неточністю значень коефіцієнтів b_{vi} , оскільки коефіцієнти нелінійності α_i у функціях корисності $p(\theta_{vi})$ встановлюються експертним шляхом. В цих умовах, в роботі, у вигляді найбільш прийняттого рішення пропонується вибирати чебишевську точку $A^* = \{a^*_1, \dots, a^*_n\}$, що розташована на максимальній по модулю відстані L від усіх площин обмежень:

$$|L| = \max_g |\eta_g(A^*)|, \quad g = 1, G, \quad (14)$$

де $\eta_g(A^*)$ - g -е обмеження; G - загальне число обмежень.

У разі лінійності обмежень $\eta_g(A^*)$, $g = 1, G$, задача відшу-

кування чебишевської точки може бути введена до задачі лінійного програмування. Причому, система обмежень (12), (13) сумісна тоді і тільки тоді, коли $L > 0$.

Далі, на основі списаної вище ідеї були розроблені процедури визначення чисельних значень матриці вагових коефіцієнтів A для слідуючих ситуацій.

2. Внаслідок компараторного експерименту на множині альтернатив встановлене відношення строгого порядку (наприклад, $x_1 \} x_2 \} \dots \} x_N$).

3. Внаслідок компараторного експерименту на множині альтернатив $x_i \in X, i = 1, N$, встановлене відношення часткового лінійного порядку (наприклад, $\{x_1 \sim x_2\} \{x_3\} \{x_4 \sim x_5 \sim x_6\} \dots$).

4. Внаслідок експерименту одержані кількісні оцінки користності множини альтернатив $x_i \in X, i = 1, N$.

В кінці розділу проведено аналіз області допустимих значень Ω матриці відносних вагових коефіцієнтів факторів A .

Четвертий розділ присвячено експериментальному дослідженню синтезованих алгоритмів. З цією метою розроблено програмний комплекс підтримки прийняття рішень у багатокритеріальних ситуаціях (ПрЕСС) на алгоритмічній мові Turbo Pascal. Дано стислий опис логічної структури комплексу та інтерфейсу користувача. Наведені результати машинного моделювання для ряду реальних задач.

Окрім того, приведені методики порівняльної оцінки ефективності роботи підрозділів органів внутрішніх справ і рейтингової оцінки студентів за підсумками успішності, які базуються на розроблених алгоритмах багатofакторного оцінювання.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ

В процесі виконання роботи одержані слідуючі основні теоретичні та практичні результати:

1. Проведено системний аналіз загальної проблеми прийняття

рішень, її структуризація і виділено концептуально важливий етап оцінювання альтернатив по множині факторів, що відрізняються розмірністю, інтервалом виміру та функціональною важливістю. Показано, що вирішення цієї задачі пов'язане з формалізацією (синтезом математичних моделей) поведінки людини (ОПР) при прийнятті рішення і сформульована задача структурної та параметричної ідентифікації таких моделей.

2. Запропоновано узагальнення теорії корисності, що враховує можливу нелінійність функцій корисності локальних факторів. Сформульовані основні вимоги, що пред'являються до вигляду таких функцій. З урахуванням цих вимог, запропонований один із підходів формування функцій корисності, який дозволяє одержувати як лінійні, так і нелінійні залежності.

3. В рамках теорії корисності вирішена задача структурної ідентифікації моделі оцінювання та запропонована адаптивна модель оцінювання, яка зорієнтована на облік особливостей конкретних ситуацій вибору залежно від ступеню інформованості ОПР.

4. Залежно від інформованості ОПР про взаємну важливість локальних факторів (значення відносних вагових коефіцієнтів) виділені два основних класи ситуацій, у яких приймається рішення: 1) вихідна інформація детермінована; 2) вихідна інформація містить невизначеність.

На основі проведеної класифікації розроблені і досліджені методи та алгоритми ранжування та визначення оптимальних рішень.

5. Сформульована задача параметричної ідентифікації моделі оцінювання рішень, що приймаються, проведено її аналіз і на основі теорії компараторної ідентифікації запропоновано загальний підхід її вирішення.

6. Розроблені методика, математична модель та алгоритми визначення відносних вагових коефіцієнтів факторів, що характеризують альтернативи, на основі інформації про реалізовані ОПР

рішення. Проведено дослідження області допустимих рішень (значень матриці відносних вагових коефіцієнтів), одержаної в ході застосування наданих процедур, а також показані засоби їх використання у різноманітних ситуаціях оцінювання.

7. На базі синтезованих математичних моделей та алгоритмів оцінювання розроблено діючий програмний комплекс підтримки прийняття рішень у багатокритеріальних ситуаціях (ПРЕСС) та дано рекомендації по його практичному застосуванню. Проведена серія машинних експериментів, які цілком підтверджують працездатність процедур, що пропонуються у дисертації.

8. Розроблено методики порівняльної оцінки ефективності роботи підрозділів органів внутрішніх справ і рейтингової оцінки слухачів Університету внутрішніх справ за підсумками успішності.

Теоретичні результати, одержані в ході проведення дисертаційних досліджень, використовуються у навчальному процесі Університету внутрішніх справ і Харківського державного технічного університету радіоелектроніки. Програмний комплекс та методика оцінки ефективності роботи підрозділів ОВС впроваджені у діяльність правоохоронних органів.

ПУБЛІКАЦІЇ ПО ТЕМІ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Овезгельдыев А.О., Петров К.Э. Компараторная идентификация моделей интеллектуальной деятельности // Кибернетика и системный анализ. - 1996, - №5. - с. 48 - 58.

2. Петров К.Э. Компараторная идентификация параметров модели принятия решений // Методы оптимизации технических и информационных систем. - Сб. научн. трудов. - Киев: Изд. ИК НАНУ, 1995. - с. 41 - 45.

3. Петров К.Э. Ускоренный метод статистических испытаний // Методы анализа и синтеза систем. - Научно-технич. сб. - Северодонецк: Изд. ХИРЭ, 1992. - с. 17 - 22.

4. Петров К.Э., Яковлев С.В. Параметрическая идентификация модели принятия решений на основе информации о принятых решениях // Тезисы докладов восьмого интердисциплинарного симпозиума "Методология математического моделирования". - Варна, Болгария, 1996. - с. 73 - 75.

5. Petrov K.E. Comparative identification of parameters for multicriteria model of decision support system // Jahrestagung der DGOR und GMDOR "Symposium über operations research 1996". - Braunschweig, Germany, 1996. - p. 158.

6. Петров К.Э., Яковлев С.В. Идентификация модели поведения индивидуума на основе информации о принятых решениях // Матеріали доповідей другої національної наукової конференції "Інформатика: теорія технологія, техніка - ІТТТ-95". - Одеса, 1995. - с. 67.

7. Яковлев С.В., Петров К.Э., Шеховцов С.В. Об оценке параметров бихевиористических систем // Тезисы докладов международной конференции "Теория и техника передачи, приема и обработки информации". - Туапсе, 1995. - с. 255.

8. Петров Е.Г., Петров К.Е. Идентифікація моделей поведінки групи за результатами пасивного експерименту // Анотації доповідей міжнародного симпозиуму "Імовірнісні моделі та обробка сигналів і полів". - Тернопіль, 1993. - с. 47.

9. Петров Э.Г., Яковлев С.В., Петров К.Э. Определение матрицы предпочтений ЛПР на основе метода компараторной идентификации // Тезисы докладов второй международной конференции "Теория и техника передачи, приема и обработки информации". - Туапсе, 1996. - с. 177 - 178.

АНОТАЦІЇ

Petrov K.E. Model and methods of decision support. in organizational management systems. The thesis is presented for

the candidate's degree of the technical science. The speciality code is 05.13.01 - System Analysis and the Optimal Decisions Theory. University of Interior Affairs. Kharkov, 1996.

Adaptive mathematical model of multifactor estimation, which allows to take into account the nonlinear function of usefulness of local factors and different informative certainty of concrete situation of choice were synthesized. On the basis of comparative identification theory the methods and algorithms of parameter identification of model of multifactor estimation in accordance with decision maker's choice were developed. The description of program complex and some practical methods of multifactor estimation of complicated situations were proposed.

Петров К.Э. Модели и методы поддержки принятия решений в системах организационного управления. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 - системный анализ и теория оптимальных решений. Университет внутренних дел. Харьков, 1996.

Синтезирована адаптивная математическая модель многофакторного оценивания, позволяющая учитывать нелинейность функций полезности локальных факторов и различную информационную определенность конкретной ситуации выбора. На основе теории компараторной идентификации разработаны методы и алгоритмы параметрической идентификации модели оценивания по фактически принятым ЛПР решениям. Приведено описание программного комплекса и ряда прикладных методик многофакторной оценки сложных ситуаций.

Ключові слова: модель багатofакторного оцінювання, функція корисності, локальний фактор, компараторна ідентифікація, переважність, ранжування рішень.

Ав 36.776

Відповідальний за випуск І.В. Арістова

Підписано до друку 24.12.96. Формат 60×90/16. Папір газет.
Друк офсеті. Умовн. друк. арк. 1,0. Тираж 100 прим.
Замовлення N 102/2.

Ротапринт Університету внутрішніх справ
310080, м. Харків, 50-річчя СРСР, 27.