

12.4. Моделювання в задачах прийняття оптимальних рішень

Задача прийняття рішень є однією з найпоширеніших в багатьох галузях. Вона полягає у виборі одного розв'язку d_i з множини можливих розв'язків D на основі наявної інформації у вигляді вектора даних $\vec{x} \in X$. Розв'язок d_i в свою чергу характеризується вектором показників $d_i = [d_{i1}, \dots, d_{in}]$. Правило, яке встановлює відповідність $\vec{x} \rightarrow d_i$, називають *вирішальним правилом*. Якщо це правило формулюється у вигляді послідовності дій, які необхідні для встановлення відповідності, то його називають *вирішальним алгоритмом* $d = A(\vec{x})$. Якщо правило формалізоване у вигляді частково рекурсивної функції, то воно називається *вирішальною функцією* $d = F(\vec{x})$.

Якість розв'язання оцінюється за допомогою функціонала якості $R(X, D)$. Якщо

$$F^* : \forall X \rightarrow R^*(X, D) = \min_{F \in \Omega_F} R(X, F[X]), \quad (12.14)$$

або

$$R^*(X, D) = \max_{F \in \Omega_F} R(X, F[X]), \quad (12.15)$$

то F^* – оптимальна вирішальна функція в заданому класі.

Якість розв'язання визначається результатами функціонування об'єкта, керування яким здійснюється за допомогою цього розв'язку

$$R = M(X, D),$$

де M – модель об'єкта.

Залежно від особливостей і традицій конкретної галузі, в якій ставиться і розв'язується задача прийняття рішень, для основних понять теорії прийняття рішень використовується окрема специфічна термінологія:

- у теорії управління координати векторів множини X називають параметрами стану, рішення d_i називають управлінням, а вирішальне правило називають законом або алгоритмом управління;

- у теорії розпізнавання образів координати векторів множини X називають ознаками, рішення d_i називають образом, а вирішальне правило називають дискримінантною функцією або алгоритмом розпізнавання;

- у теорії контролю координати векторів множини X називають інформативними параметрами, рішення d_i називають зоною допуску, а вирішальне правило називають алгоритмом контролю;

- у теорії інтелектуальної поведінки координати векторів множини X називають ознаками ситуації, рішення d_i називають кроком, а вирішальне правило називають стратегією.

Прийняття рішення може здійснюватися в умовах повної або неповної визначеності вектора X .

Ситуація прийняття рішень на основі детермінованих даних характеризується повною визначеністю. На сьогоднішній день методи прийняття рішень в цих умовах розроблені досить детально і широко застосовуються на практиці. Серед них найчастіше використовуються методи оптимізації, дослідження операцій, графові моделі. Вибір методу залежить від вигляду цільової функції, кількості змінних, наявності обмежень.

В багатьох випадках процедура прийняття рішень здійснюється на основі не повністю визначених даних, причому ця невизначеність може мати різну природу. Одним з головних підходів до прийняття рішень в таких системах є системний аналіз.

Підсистема, яка реалізує вирішальний алгоритм, разом із засобами отримання необхідної інформації та налаштування (навчання) утворюють систему прийняття рішень (СПР).

Задачі прийняття рішень

Тип задачі прийняття рішення визначається залежно від факторів:

- мети прийняття рішень;
- складу СПР;
- структури СПР (сукупності інформаційних, управляючих, технологічних та інших зв'язків між підсистемами СПР);
- множини допустимих стратегій учасників СПР;
- цільових функцій підсистем СПР (критеріїв прийняття рішень);
- інформованості СПР на момент прийняття рішень;
- порядку функціонування: послідовності отримання інформації і вибору рішень підсистемами СПР.

Залежно від мети задачі прийняття рішень можна поділити на три групи:

1. Задачі впорядкування альтернатив;
2. Розподіл альтернатив за класами рішень;
3. Виділення найкращої альтернативи.

На практиці задачі останньої групи зустрічаються найчастіше, тому більшість методів прийняття рішень орієнтується на розв'язання саме цих задач. **Отже, фактично задачі прийняття рішень є задачами оптимізації, в яких модель системи є основою визначення критерію і обмежень.**

Наступною основою системи класифікацій є **метод прийняття рішень**, за яким можна виділити методи, які базуються на ситуаційних, оптимізаційних і теоретико-ігрових моделях.

Для аналізу ролі моделювання у прийнятті рішень подамо вирішальне правило у вигляді векторної вирішальної функції (у загальному випадку у неявному вигляді)

$$F(\vec{x}, \vec{d}) = 0, \quad (12.16)$$

яка може бути подана у вигляді системи рівнянь відносно параметрів рішення d

$$f_j(\vec{x}, \vec{d}) = d_j, \quad j=1, \dots, n. \quad (12.17)$$

Існуючі підходи до прийняття рішень відповідають основним методам знаходження розв'язків системи рівнянь (12.17). Ці методи можна розділити на дві великих групи:

- аналітичні або пошукові методи знаходження таких d_j , які перетворюють рівняння (12.17) на тотожність;
- знаходження таких d_j , які забезпечують екстремум функціоналу якості $R(\vec{x}, \vec{d})$ – методи оцінювання d_j .

Перша група методів відповідає ситуаційному, а друга група відповідає оптимізаційному підходу до прийняття рішень.

Різницю між ситуаційним і оптимізаційним підходами до прийняття рішень ілюструє рис. 12.14. На рисунку M – модель системи, яка дозволяє прогнозувати результат прийняття рішення – значення функціоналу якості, A – алгоритм корекції розв'язку в процесі оптимізації. При ситуаційному підході розв'язок d одразу отримується з вхідних даних X . При оптимізаційному підході розв'язок d уточнюється за допомогою алгоритму A .

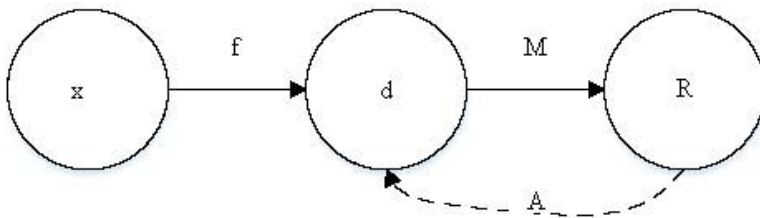


Рисунок 12.14 - Граф зв'язків основних понять теорії прийняття рішень

Методи, що базуються на теоретико-ігрових моделях, поділяються на такі, що використовують апарат: некооперативних ігор, кооперативних ігор, ігор, що повторюються, ієрархічних ігор і рефлексивних ігор.

Методи, що базуються на оптимізаційних моделях, в свою чергу, поділяються на такі, що використовують апарат: теорії ймовірностей (теорія надійності, теорія масового обслуговування, теорія статистичних рішень), теорії оптимізації – лінійне і нелінійне (а також стохастичне, цілочисельне, динамічне та ін.) програмування, оптимальне управління, дискретної математики – в основному, теорії графів (транспортна задача, задача про призначення, вибір найкоротшого шляху, календарно-мережеве планування і управління, задачі про розміщення, розподіл ресурсів на мережах та ін.).

В теорії прийняття рішень значна увага приділяється задачам прийняття рішень при багатьох критеріях, які ґрунтуються відповідно на комплексі моделей системи оскільки саме ці задачі досить часто доводиться вирішувати на

практиці. Для розв’язання цих задач успішно використовуються метод аналізу ієрархій, методи ранжування багатокритеріальних альтернатив (ELECTRE), аксіоматичні методи.

Прийняття рішень в умовах невизначеності

Найпоширенішими типами задач прийняття рішень є задачі з неповною інформацією – задачі прийняття рішень в умовах невизначеності. Відсутність конкретних даних про умови прийняття рішень може частково компенсуватися статистичними даними (наприклад, оцінкою математичного сподівання невідомого параметра) або експертною оцінкою.

Розширена класифікація методів прийняття рішень в умовах невизначеності показана на рис. 12.15.

Статистичні методи прийняття рішень

Класифікація статистичних методів прийняття рішень (ПР) показана на рис. 12.16.

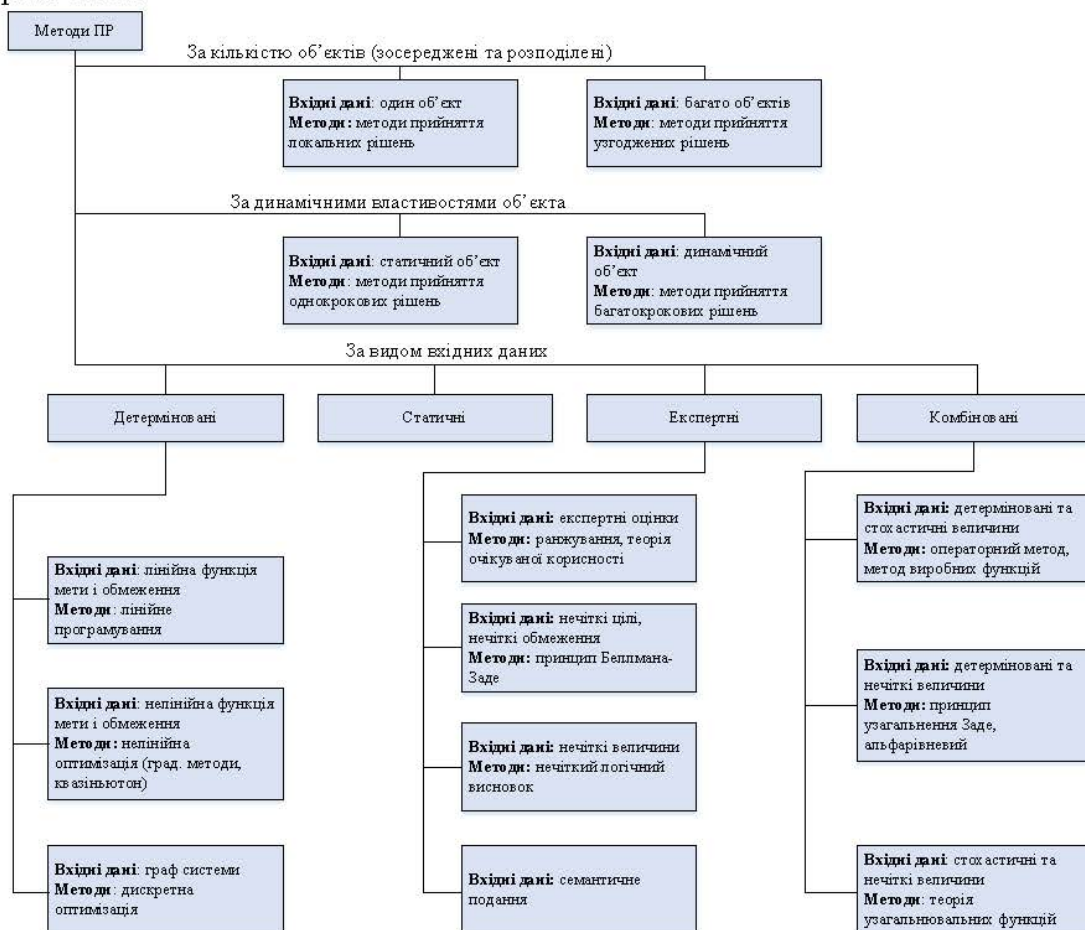


Рисунок 12.15 – Класифікація методів прийняття рішень

За характером інформації, на основі якої приймається рішення, задачі прийняття рішень на основі статистичних даних можна розділити на групи: Задачі прийняття рішень, в яких існує інформація про втрати від прийняття рішення на основі вхідних даних, але відсутні ймовірності появи цих даних;

1. Задачі прийняття рішень, в яких відомі як ймовірнісні характеристики факторів, так і втрати від прийняття рішень;

2. Задачі прийняття рішень, в яких задані ймовірності появи вхідних факторів, але відсутня інформація про втрати від прийняття рішення;

3. Задачі прийняття рішень, в яких використовуються дані про ймовірності появи альтернатив.

Результатом розв'язання задач першої групи стало створення теорії ігор, яка дозволяє знайти оптимальний розв'язок на основі мінімізації можливих втрат. Для розв'язання задач другої групи зазвичай використовується небасівська теорія статистичних рішень. Метод розв'язання задач третьої групи базуються на використанні байєсівського підходу до прийняття рішень. Задачі четвертої групи можна розв'язати за допомогою аксіом очікуваної корисності.

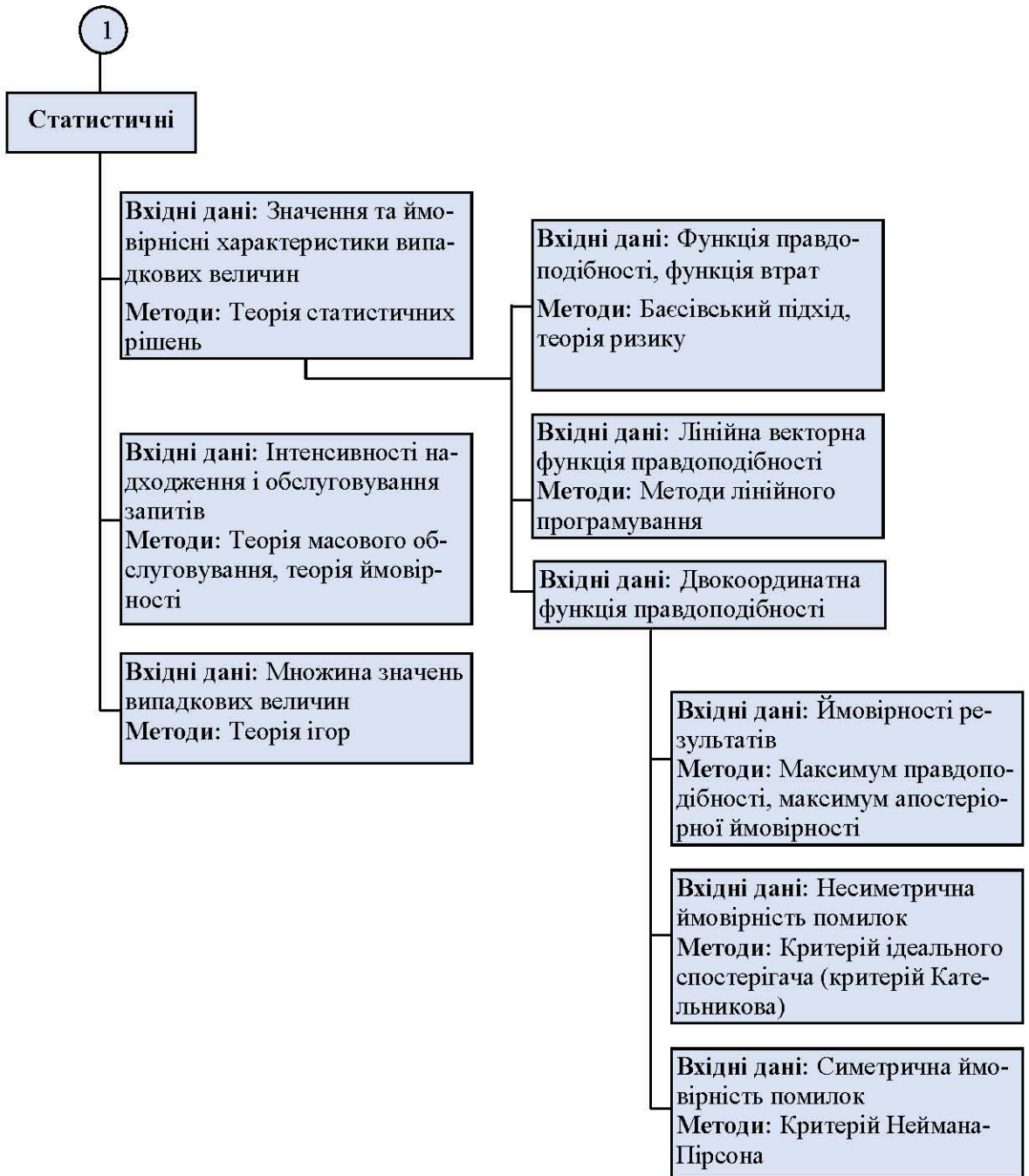


Рисунок 12.16 – Класифікація статистичних методів прийняття рішень

Експертні методи прийняття рішень

Переважна більшість методів прийняття рішень основана на аксіомах раціональної поведінки, запропонованих Нейманом і Моргенштерном. Проте пода-

льші дослідження в цьому напрямку показали, що в ряді випадків особа, яка приймає рішення, може порушувати дані аксіоми. Найчастіше це проявляється у суб'єктивному визначенні ймовірностей появи альтернатив та бажанні усунути альтернативи, пов'язані з ризиком. Серед основних причини нераціональної поведінки було названо відсутність повної інформації про ситуацію прийняття рішення та можливе навчання людини в процесі прийняття рішення.

Одним із шляхів врахування нераціональності людини у процесі прийняття рішень є використання теорії проспектів. Дана теорія дозволяє врахувати такі аспекти поведінки особи, що приймає рішення:

1. Тенденцію присвоювати велику вагу детермінованим результатам;
2. Тенденцію зміни вподобань при переході від виграшу до втрат;
3. Тенденцію спрощення вибору шляхом вилучення спільних компонентів альтернатив.

Основна відмінність теорії проспектів від теорії раціональної поведінки полягає у використанні не ймовірності появи альтернативи, а деякої функції Π від цієї ймовірності. Дана функція має такі властивості:

1. $\Pi(0) = 0, \Pi(1) = 1$;
2. $\Pi(p) + \Pi(1-p) < 1$;
3. При малих ймовірностях $\Pi(p) > p$;
4. $\frac{\Pi(p)}{\Pi(q)}$ ближче до одиниці при менших ймовірностях.

Використання теорії проспектів дозволяє усунути аномалії у відданні переваг людиною в процесі прийняття рішення. Дана теорія може бути використана в процесі формування бази знань для прийняття рішень в автоматизованих і автоматичних системах прийняття рішень.

В реальному світі ми неминуче зіштовхуємося з багатьма випадками, коли неможливо уникнути проблеми врахування незрозумілої або неточної інформації про відомості, явища чи події. У реальних ситуаціях прийняття рішень ця неясність досить часто пов'язана з неповною визначеністю мети, обмежень, критеріїв. В таких випадках доцільно застосовувати теорію нечітких множин.

Нечіткі дані подаються у вигляді функцій належності. Прийняття рішень на основі нечіткої інформації передбачає залучення експертів. Їх досвід застосовується при побудові систем, основаних на нечіткій логіці. Використання експертів лягло в основу методів експертного оцінювання альтернатив. За допомогою цих методів можна отримати якісні або кількісні оцінки рішень.

Задача прийняття рішень в нечітких умовах відрізняється від задачі прийняття рішень в загальному вигляді тим, що один або декілька елементів моделі прийняття рішень задаються нечіткою множиною. Необхідно вибрати рішення, яке б задовольняло нечіткі обмеження $\tilde{C} \subseteq D$, задані на множині рішень та максимізувало критерій ефективності, $\tilde{G} \subseteq Y$, заданий на множині станів системи.

Залежність стану системи від прийнятого рішення описується нечіткою моделлю $\tilde{\varphi} : D \rightarrow Y$.

Залежно від складових моделі прийняття рішення, які визначаються з певним ступенем невизначеності, можна виділити такі підходи прийняття рішень в нечітких умовах:

- прийняття рішень за принципом Белмана–Заде;
- прийняття рішень за допомогою нечіткої теорії очікуваної корисності;
- прийняття рішень за допомогою нечіткого логічного висновку (задачі ситуативного управління).