

## Основні поняття та визначення теорії прийняття рішень (ТПР)

### 1. Вступ

Очевидним є таке визначення: "життя – це процес прийняття рішень". Рішення приймають політики, військові, виробники, споживачі, продавці, покупці, водії, пішоходи ("йти чи не йти на червоне світло"), дорослі ("що робити з дітьми"), діти ("що робити з іграшкою"), рішення приймають навіть студенти ("йти чи не йти на лекцію, а якщо йти, то що робити – слухати лектора, розмовляти із сусідом тощо).

Рішення приймаються:

- колективні (вибори президента);
- індивідуальні (за якого кандидата голосувати);
- стратегічні ("куди піти вчитися");
- тактичні ("брати чи не брати із собою парасольку");
- миттєві (воротар – "у який кут стрибати");
- розтягнуті в часі та просторі;
- важливі (з погляду цивілізації, партії, окремого індивіда);
- несуттєві ("яку програму по телевізору дивитися") і т. п.

Рішення приймаються на основі:

- знань;
- досвіду;
- інтуїтивно;
- за допомогою випадкового механізму;
- за підказкою (рекомендацією) інших;
- за бажанням;
- за необхідністю;
- тощо.

У багатьох практично цікавих випадках основним моментом є саме метод (алгоритм) прийняття рішення, а вже потім вивчення властивостей прийнятого рішення. Більше того, у деяких випадках апріорне задання властивостей шуканого рішення (у вигляді аксіом) призводить до його неіснування або до неможливості його знаходження заданою процедурою.

Хоча вивченням окремих задач прийняття рішень людство займалось давно, теорія прийняття рішень (ТПР) як наукова дисципліна сформувалась у другій половині XX ст., що пов'язано, у першу чергу, з розвитком обчислювальної техніки та інформатики.

Термін "прийняття рішень" зустрічається в багатьох дисциплінах, прийняття рішень є одним з основних напрямів прикладної математики.

Моделі та методи теорії прийняття рішень знайшли широке застосування, у першу чергу, в техніці, при розв'язуванні науково-прикладних задач, в економіці, військовій справі, політиці, медицині.

Історично ТПР виокремилась із наукового напрямку, відомого під назвою "дослідження операцій". У свою чергу, ТПР стимулювала розвиток нового наукового напрямку "штучний інтелект".

*У наш час теорію прийняття рішень (ТПР) застосовують переважно для аналізу тих проблем, які можна відносно легко й однозначно формалізувати, а результати досліджень – адекватно інтерпретувати.*

Методи ТПР використовують у різних галузях управління:

- проектуванні складних технічних і організаційних систем;
- нечіткому багатокритеріальному виборі альтернатив (НБВА);
- плануванні розвитку міст;
- доборі програм розвитку економіки й енергетики регіонів;
- організації нових економічних зон тощо.

Потреба в застосуванні засобів і методів ТПР як при розв'язуванні науково-прикладних задач, так і при управлінні очевидна: швидкий розвиток як технологічного блага та технологій, так і ускладнення економічних зв'язків, виявлення залежностей між окремими складними процесами та явищами, які раніше здавалися не пов'язаними один з одним, призводять до різкого зростання труднощів під час прийняття обґрунтованих рішень. Витрати на прийняття рішень зростають, наслідки помилок стають усе серйознішими, а звернення до фахового досвіду та інтуїції не завжди зумовлює вибір найкращої стратегії. Застосування методів ТПР дає змогу розв'язати цю проблему, до того ж швидко й достатньо точно і ефективно.

### **1.1. Основні визначення і поняття процесу прийняття рішень**

*Прийняття рішень* – це надзвичайно складний процес, який супроводжується психологічними, організаційними і технічними труднощами.

*Прийняття рішень* – процедура вибору найкращої альтернативи із заданої множини на підставі певного критерію або множини критеріїв.

*Вибір* – дія, що дозволяє організувати цілеспрямовану діяльність людини.

*Вибір альтернатив* – необхідність вибору між двома чи кількома можливостями, які взаємно виключають одна одну (існує окремий напрямок досліджень, що називається теорія можливостей).

*Критерій* – ознака, на підставі якої проводиться оцінка, визначення або класифікація чого-небудь (мірило оцінки).

Завдання прийняття рішень рідко формулюються у «чистому» вигляді, коли чітко задано множину альтернатив, що мають певні оцінки за відомими показниками. Виникає необхідність порівняти альтернативи між собою за допомогою будь-якого методу і вибрати серед них найкращу або задовільну.

*Рішення* – результат вибору з кількох альтернатив, який фіксується у певній формі.

## **1.2. Людина у процесі прийняття рішень**

Цей підзаголовок ще можна назвати наступним чином: суб'єктивний фактор у процесі прийняття рішень. Це визначено наступними, викладеними нижче, міркуваннями.

У реальному житті все не так просто. Перед тим, як зробити вибір, необхідно провести величезну роботу:

- виконати аналіз вирішуваної проблеми (виконує людина);
- зібрати інформацію про альтернативи і фактори, що впливають на результати рішень (виконує людина);
- оцінити наслідки кожної альтернативи (може виконувати людина);
- організувати (якщо це необхідно) їх колективне обговорення та вирішити багато інших завдань (виконує людина).

Виконати весь обсяг цієї роботи одній людині не під силу, тому в прийнятті рішень, зазвичай, беруть участь різні люди або групи людей, які виконують в цьому процесі певні ролі.

Виділяють *п'ять основних ролей людей* у процесі прийняття рішень:

- власник проблеми;
- особа, яка приймає рішення (ОПР);
- активна група;
- експерт;
- аналітик.

Стисла інформація щодо вказаного наводиться нижче.

У будь-якій реальній задачі вибору існує людина, яка відповідає за вирішення виниклої проблеми та має назву – власник проблеми.

*Власник проблеми* – це людина, яка, на думку оточуючих або за своїм службовим становищем, повинна вирішувати проблему і нести відповідальність за прийняті рішення. Ці рішення зазвичай безпосередньо впливають на стан і добробут власника проблеми.

Наприклад, власники всіх проблем в організаціях, ЗВО – це керівники організацій, ЗВО, які, однак, можуть доручити вирішення цих проблем іншим людям, делегуючи їм частину своїх повноважень (ректор, проректори тощо). Ключову роль у процесі прийняття рішень займає особа, яка приймає рішення, але вона не завжди є власником проблеми.

*Особа, яка приймає рішення (ОПР)* – це людина або група людей, які реально здійснюють вибір найкращої альтернативи і несуть відповідальність за прийняті рішення відповідно до своїх повноважень. Приклад - одноосібне рішення викладача щодо знань студентів при вивченні тієї чи іншої навчальної дисципліни.

Якщо рішення приймається групою людей, то в цьому випадку можна використовувати термін «група, яка приймає рішення» (ГПР).

На практиці можливі три різні ситуації, виходячи зі співвідношення ролей власника проблеми та ОПР:

**1. власник проблеми і ОПР – одна і та ж сама людина.**

У цьому випадку власник проблеми нікому не довіряє її рішення, крім себе самого, він збирає інформацію, спілкуючись зі своїми підлеглими, радиться з ними, вдається до послуг експертів і аналітиків, але остаточне рішення власник проблеми завжди приймає самотійно. Приклад – рішення президентів, ректорів, проректорів на своєму рівні;

**2. власник проблеми входить до складу групи, яка приймає рішення.**

У цій ситуації власник проблеми є лише одним з кількох людей, які беруть участь в її вирішенні. Причому, незважаючи на більш високий статус і положення всередині групи, власник проблеми має рівні права з іншими учасниками обговорення. У цьому випадку він не може прийняти рішення одноосібно і погоджується з будь-яким рішенням, прийнятим усією групою;

**3. власник проблеми і ОПР – різні люди.**

Такі ситуації виникають, якщо власник проблеми, наприклад, керівник організації, «перекладає» прийняття рішень на інших людей (своїх підлеглих, консультантів, експертів) і дає їм для цього необхідні повноваження. У цьому випадку власник проблеми не знімає з себе відповідальності, але заздалегідь погоджується з будь-яким рішенням, яке буде прийнято іншою людиною або групою. Приклад у ЗВО – ректор, проректори, декани, зав. кафедрами.

На прийняття рішень може сильно впливати позиція активних груп.

*Активна група* – це група людей, що мають спільні інтереси по відношенню до розв'язуваної проблеми (збори акціонерів тощо).

*Керівник активної групи* – керівник групи фахівців, що мають загальні інтереси і прагнуть зробити вплив на процес вибору.

Як правило, роль активної групи виконують інші організації, які так чи інакше зацікавлені у вирішенні виниклої проблеми.

Наприклад, активною групою можна вважати громадську організацію по захисту прав пацієнтів, протестуючу проти рішення обов'язкового переходу на автоматизоване дистанційне медичне консультування пацієнтів лікарями.

Активною групою може бути конкуруюча організація, яка намагається перешкодити здійсненню ваших планів і пропонує «домовитися», тобто знайти компромісне вирішення проблеми. Теоретично ОПР може виходити тільки зі своїх інтересів і не зобов'язана враховувати думку активних груп, але практично така позиція може призвести до загострення конфлікту і небажаних наслідків у майбутньому. Тому ОПР завжди бере до уваги інтереси активних груп, враховуючи їх позиції і критерії вибору в процесі прийняття рішень.

У процесі прийняття рішень важливу роль відіграють *експерти* – люди, які професійно краще, ніж ОПР, знають окремі аспекти проблеми і виступають в ролі джерела інформації, необхідної для прийняття рішення (див. далі).

*Експерт* – професіонал у своїй проблемній області.

До експертів, зазвичай, звертаються, щоб з'ясувати:

- причини виниклої проблеми;
- розробити варіанти її вирішення;
- оцінити кожну альтернативу;
- зробити прогноз розвитку подій.

Надаючи необхідну інформацію, експерти висловлюють свою суб'єктивну думку. Однак, якщо експерт, будучи професіоналом у своїй справі, неупереджено оцінює ситуацію, то його оцінки близькі до об'єктивних.

Слід пам'ятати, що експертна інформація – це не рішення, а лише корисна інформація, яка допомагає прийняти рішення. Приймати рішення на основі тільки своїх уподобань може тільки ОПР. Експерти відповідають тільки за свої рекомендації. Думки експертів і ОПР можуть не збігатися (див. далі щодо НБВА різного змісту).

У підготовці складних рішень, що мають, зазвичай, стратегічний характер, беруть участь аналітики (або консультанти по прийняттю рішень), їх роль полягає в раціональній організації процесу прийняття рішень.

*Консультант щодо ухвалення рішень* – координатор процесу прийняття рішень .

Аналітики виконують такі основні *функції*:

- надання допомоги ОНР і власнику проблеми в правильній постановці завдання;
- виявлення ролей і позицій активних груп;
- організація роботи з експертами;
- виявлення переваг ОНР;
- розробка та застосування технологій прийняття рішень.

Аналітик, на відміну від експерта, зазвичай, не дає ніяких особистих оцінок, а тільки допомагає ОНР усвідомити свої переваги, зважити всі «за» і «проти» і прийти до розумного компромісу.

Найважливіше завдання і специфіка роботи аналітика полягає у вивченні і виявленні системи переваг ОНР.

Досвідчений керівник, як правило, чітко уявляє свої цілі, відразу усвідомлює суть проблеми і виробляє основні варіанти її вирішення. Теж саме відноситься і до науково-виробничих ситуацій.

Результати багатьох досліджень показують, що ОНР без додаткової аналітичної підтримки часто використовують спрощені або суперечливі правила і критерії вибору. Причини такої поведінки полягають не тільки в індивідуальних особливостях ОНР, а й в тому, що існують об'єктивні обмеження людської системи переопрацювання інформації. Виникає багато помилок і протиріч людини в процесі прийняття рішень. Щоб їх уникнути, можна звернутися до послуг аналітика, який повинен допомогти ОНР послідовно і логічно висловити свої переваги і прийняти остаточне рішення.

Головний інструмент аналітика – технології прийняття рішень, які «механізують» мислення ОНР і визначають порядок отримання і обробки всієї необхідної інформації.

Правильно побудовані технології прийняття рішень дозволяють виявити переваги ОНР, порівняти між собою всі альтернативи і служать своєрідним підсилювачем людських можливостей.

ОНР організує всі процедури прийняття рішень із залученням вказаних фахівців і ухвалює рішення. Вказане стосується перш за все для керівників організацій, а при розв'язуванні науково-практичних задач людина не завжди виступає в означених іпостасях.

### **1.3. Етапи процесу прийняття рішень**

Герберт Саймон виділяє у процесі прийняття рішень *три етапи*:

**1 – пошук інформації.** На першому етапі збирається вся доступна на момент прийняття рішення інформація:

- фактичні дані;
- думки експертів;
- будуються математичні моделі;
- проводяться соціологічні опитування;
- визначаються погляди на проблему з боку активних груп, що впливають на її рішення;

**2** – *пошук і знаходження альтернатив*. Другий етап пов'язаний з визначенням того, що можна, а чого не можна робити в даній ситуації, тобто з визначенням варіантів рішень (альтернатив);

**3** – *вибір кращої альтернативи*. Третій етап включає в себе порівняння альтернатив і вибір найкращого варіанта (або варіантів) рішення.

Прийняття рішення полягає у виконанні *послідовності* таких процедур:

- аналіз проблеми та вибір мети, задля якої проводиться вибір;
- оцінка ступеня узгодженості мети;
- формулювання множини альтернатив, з яких здійснюється вибір;
- аналіз і оцінка наслідків реалізації кожної з альтернатив;
- формулювання критерію порівняння, тобто правила, за допомогою якого визначається перевага альтернатив;
- визначення режиму вибору: однокразовий або багаторазовий;
- оцінка ситуації, в якій проводиться вибір;
- визначення типу відповідальності: індивідуальна або групова;
- реалізація вибраного варіанта дій тощо.

#### **1.4. Типи альтернатив у задачах прийняття рішень**

Варіанти дій або варіанти певних пропозицій при розв'язуванні науково-практичних задач прийнято називати альтернативами.

*Альтернативи* – невід'ємна частина проблеми прийняття рішень: якщо нема з чого вибирати, то немає і вибору як такого, рівно як і немає самого результату. Отже, для постановки задачі прийняття рішень необхідно мати хоча б дві альтернативи.

Існують альтернативи:

- незалежні;
- залежні.

*Незалежними* є ті альтернативи, будь-які дії з якими (виділення як єдиної кращої, видалення з розгляду) не впливають на якість інших альтернатив.

При *залежних* альтернативах оцінки одних з них впливають на якість інших.

Є різні *типи залежності альтернатив*. Найбільш простою і очевидною є безпосередня групова залежність: якщо вирішено розглядати хоча б одну альтернативу з групи, то потрібно розглядати і всю групу. Наприклад, проектування інформаційної системи із заздалегідь вказаними обмеженнями та припущеннями тягне за собою розгляд усіх можливих варіантів реалізації. Це можна проілюструвати процесом написання КРМагістра.

Задачі прийняття рішень істотно розрізняються також у залежності від наявності альтернатив на момент прийняття рішень.

Зустрічаються задачі, коли всі альтернативи вже задані, вже визначені, необхідно лише вибрати кращі з цієї множини. Приклад буде розглянуто на одному із практичних задач в контексті, наприклад, того, що отримані рішення НБВ РМСТ вимагатимуть оцінити їх пріоритетність тощо.

Крім того, прикладами можуть бути наступні:

- пошук найпопулярнішої ІТ-фірми з уже наявних;
- визначення найкращого університету;
- вибір найкращої кафедри в ЗВО тощо.

Особливістю цих задач є замкнута множина альтернатив.

Але існують задачі іншого типу, де всі альтернативи або їх значна частина з'являються після прийняття основних рішень.

Коли альтернатив багато (сотні і тисячі), увага ОПР не може зосередитися на кожній з них. У таких ситуаціях зростає необхідність:

- в чітких правилах вибору;
- в процедурах використання експертів;
- у розробці сукупності правил, що дозволяють організовано виконувати процес вибору.

У таких завданнях, як, наприклад, вибір певної інформаційної технології для розв'язування конкретної прикладної задачі, виборі РМСТ тощо, вибір методів розробки інформаційної системи, основних альтернатив, з розгляду яких починається вибір, порівняно небагато, але вони не є єдино можливими. Часто на їх основі в процесі вибору виникають нові альтернативи. Первинні, основні альтернативи не завжди задовольняють учасників процесу вибору. Однак, вони допомагають їм зрозуміти, чого конкретно не вистачає, що піддається реалізації при даній ситуації, а що – ні. Цей клас задач можна назвати *задачами з альтернативами, що конструюються (що виникають)*.

### **1.5. Типи критеріїв у задачах прийняття рішень (ЗПР)**

У сучасній науці про прийняття рішень вважається, що варіанти рішень характеризуються різними показниками їх привабливості для ОПР. Ці

показники називають *ознаками, факторами, атрибутами* або *критеріями*. У подальшому використовуватимемо термін «критерій».

Будемо називати *критеріями оцінки альтернатив* показники їх привабливості (або непривабливості) для учасників процесу вибору.

У професійній діяльності вибір критеріїв часто визначається багаторічною практикою, досвідом. У переважній більшості задач є досить багато критеріїв оцінок варіантів рішень, ці критерії можуть бути *незалежними* або *залежними*.

Нехай дві порівнювані альтернативи мають різні оцінки по першій групі критеріїв (незалежних) і однакові – по другій групі (залежних).

У ТПР прийнято вважати критерії *залежними*, якщо переваги ОПР при порівнянні альтернатив змінюються в залежності від значень однакових оцінок по другій групі критеріїв.

Припустимо, що ІТ-спеціалісту необхідно автоматизувати процес вибору місця для будівництва будівлі, який враховує наступні три критерії:

- площу території (чим більша, тим краще);
- ціну одного квадратного метра (чим менше, тим краще);
- рельєф (рівнинний краще горбистого).

Нехай по третьому критерію порівнювані території мають однакову оцінку. ОПР вибирає велику і порівняно дешеву територію, а не малу і дорогу територію при рівнинному рельєфі.

У даному прикладі критерії є залежними.

На складність задач прийняття рішень впливає також кількість критеріїв. При невеликому числі критеріїв (два чи три) задача порівняння двох альтернатив досить проста та прозора, якості за критеріями можуть бути безпосередньо зіставлені, може бути вироблений компроміс.

При великому числі критеріїв задача стає малоосязною.

При великій кількості критеріїв вони, зазвичай, можуть бути об'єднані в групи, що мають конкретне смислове значення і назву. Підставою для природнього угруповання критеріїв є можливість виділити плюси і мінуси альтернатив, їх переваги та недоліки. Такі групи, як правило, незалежні. Виявлення структури на множині критеріїв робить процес прийняття рішень більш осмисленим та ефективним.

## **1.6. Шкали оцінок за критеріями у задачах прийняття рішень**

Використання критеріїв для оцінки альтернатив вимагає визначення градацій якості:

- кращих;

- гірших ;
- проміжних оцінок.

Інакше кажучи, існують шкали оцінок за критеріями.

*Шкала* – це інструмент (прийнята система правил) оцінки (вимірювання) якості яких-небудь об'єктів або явищ.

*Кваліметрія* – наука про оцінку якості об'єктів.

*Вимірювання* – акт привласнення чисел об'єктам згідно з деякою системою правил.

Для виконання вимірювань використовують три властивості чисел:

- тотожність;
- ранговий порядок;
- адитивність.

*Якість* є найповнішою характеристикою будь-якого об'єкта. Якість виражає визначеність об'єкта у вигляді сукупності різних властивостей, що виявляються у взаємодії об'єкта із зовнішнім середовищем.

ОПР виконує порівняння альтернатив на основі певної системи переваг, яка залежить від шкали переваг. Залежно від того, по якій шкалі задані ці переваги, оцінки якості альтернатив мають великий або малий обсяг інформації і володіють різною здібністю до математичної формалізації.

У прийнятті рішень прийнято розрізняти шкали:

- безперервних і дискретних оцінок;
- кількісних і якісних оцінок.

Для критерію «вартість» використовують безперервну кількісну шкалу оцінок (в грошових одиницях).

Для критерію «наявність відношення» – якісну двійкову шкалу: є або немає.

Крім категорій «якісні – кількісні», «безперервні – дискретні», у прийнятті рішень розрізняють типи шкал.

Існує *чотири основні рівні вимірювання* (типи шкал):

- шкала найменувань;
- шкала порядку (рангова шкала);
- шкала інтервалів (рівних інтервалів);
- шкала відношень (пропорціональних оцінок).

### **1.6.1. Шкала найменувань**

У шкалі найменувань числа використовуються як найменування об'єктів.

Наприклад, шкалою найменувань є:

- номери документів у проєктній документації;

- номери кроків розробки інформаційних систем;
- ідентифікаційні номери користувачів бази даних.

Шкала не допускає ніяких операцій з числами, по суті це якісна шкала, яка допускає деякі статистичні операції з даними.

### 1.6.2. Шкала порядку (рангова шкала)

Шкала порядку утворюється у результаті розташування об'єктів у порядку зростання або спадання міри певної властивості (переваг експертів, ОНР).

Ця шкала є «посиленою» порівняно зі шкалою найменувань через порівняння об'єктів за однією ознакою за принципом «Що більше (менше)?» або «Що гірше (краще)?».

Розрізняють шкали:

- простого,
- слабкого,
- сильного порядку.

У шкалі *простого порядку* немає проблеми з порівнянням об'єктів.

У шкалі *слабкого порядку* можуть мати місце випадки, коли «Об'єкт А такий самий, як об'єкт В». Кожному елементу ряду в цих шкалах приписують числове значення і виконують статистичні операції отримання частот або мод. Обчислюються медіани, процентилі, коефіцієнти рангової кореляції.

У шкалі *сильного порядку* експерт не тільки упорядковує об'єкти за якою-небудь ознакою або властивістю, а і вказує силу цієї переваги, наприклад, в межах  $[0,1]$ . Прикладом є шкала частоти використання інформаційних технологій:

- дуже часто використовується;
- часто використовується;
- використовується в окремих, специфічних випадках.

Інший приклад - використання методу аналізу ієрархій (МАІ). На цю тему буде прочитана одна із лекцій.

### 1.6.3. Шкала інтервалів (рівних інтервалів)

Шкала інтервалів побудована з рівномірних інтервалів і є кращою порівняно зі шкалою порядку. Для інтервальної шкали характерно, що початок відліку вибирається довільно так само, як і крок (відстань між оцінками) шкали.

Наприклад, шкала знаходження екстремуму розбивається на кроки, шкала певного нахилу розбивається на інтервали нахилу в градусах. На будь-якій ділянці шкали однаковий інтервал означає однакову міру ознаки.

Прикладом інтервальної шкали є оцінювання знань студентів під час проведення екзамену. Експерт-викладач, оцінюючи рівень знань студентів, повинен не тільки вирішити, що один студент знає матеріал краще за інших, але й сказати, на скільки краще. Вимірювання фактично проводиться по шкалі зі ста балів. Рівень знань, який відповідає одному балу (нульова точка) – не відомий.

#### **1.6.4 .Шкала відношень (пропорціональних оцінок)**

Якщо початок відліку (нульова точка) співпадає з нульовою мірою даної ознаки, то це *шкала відношень*. Для двох величин, вимірюваних за шкалою відношень, можна визначити, у скільки разів значення однієї величини більше за значення іншої. Для цього необхідно знайти відношення числових значень величин у цій шкалі. Прикладом є шкала термодинамічних температур.

Це найсильніша зі всіх наведених шкал.

#### **1.6.5. Абсолютна шкала**

Абсолютною є шкала, у якій є абсолютний нуль і абсолютна одиниця. Такою шкалою є послідовність натуральних чисел. Особливістю цієї шкали є її безрозмірність, що дозволяє виконувати над даними цієї шкали такі операції, які недопустимі для даних інших шкал.

#### **1.6.6. Психометрична шкала Томаса Сааті (шкала експертного оцінювання пріоритетів або переваг)**

Відомий американський фахівець із системного аналізу Томас Сааті запропонував шкалу відносної важливості або переваги одного об'єкта над іншим. Оцінка виконується експертом або ОПР, тому шкалу називають *психометричною*. Шкала дозволяє порівнювати дані з різною кваліметричною основою. Одні дані вимірюються в таких шкалах як шкала найменувань або рангова шкала, інші – в таких шкалах як шкала інтервалів або відношень.

Крім того, різні дані, що вимірюються в сильних шкалах, можуть мати різну розмірність (метри, кілограми, секунди, гривні). Шкала Сааті дозволяє отримати раціональні співвідношення між даними різної природи.

У прийнятті рішень найчастіше використовуються порядкові шкали і шкали пропорційних оцінок.

### 1.7. Формальна модель задач прийняття рішення

Традиційний підхід до класифікації задач прийняття рішень (ЗПР) заснований на множині ознак, що характеризують кількість і якість доступної інформації.

ЗПР подають таким кортежем (упорядкованою множиною – дужки  $\langle \dots \rangle$ ), тобто наступною сімкою за кількістю елементів такої множини:

$$\langle T, A, K, X, F, G, D \rangle \quad (1.1)$$

де **T** – постановка задачі (наприклад, вибрати найкращий ІТ-проект із множини ІТ-проектів для подальшого виконання);

**A** – множина допустимих альтернатив для реалізації певних функцій;

**K** – множина критеріїв вибору (множина може включати один критерій (однокритеріальна задача вибору) або може містити декілька критеріїв (багатокритеріальна задача вибору)).

В зв'язку з цим ЗПР поділяють на:

- задачі зі скалярним критерієм;
- задачі з векторним критерієм або багатокритеріальні задачі;

**X** – множина методів вимірювання переваг альтернатив (використання номінальної (класифікаційної) шкали), рангової шкали, кількісної шкали, експертної оцінки за допомогою коментарів, експериментальної оцінки, оцінки на основі продукційних правил);

**F** – відображення множини допустимих альтернатив, що реалізують функції, в (не “на”!) множині критеріальних оцінок (бієктивне або сюрєктивне відображення). Відображення **A** в **K** може бути детермінованим, вірогіднісним або невизначеним. В теорії множин існують поняття відображень. Відповідно до цього задачі прийняття рішень поділяють на задачі:

- в умовах визначеності;
- в умовах ризику або в умовах невизначеності;

**G** – система переваг вирішувального елемента (формування переваг однією особою або колективом). Відповідно до цього ЗПР поділяють на:

- задачі індивідуального;
- задачі колективного прийняття рішень;

**D** – вирішальне правило, що відображає систему переваг вирішального елемента.

### 1.8. Множина Еджворта-Парето

Вільфредо *Парето* (1848 - 1923) – італійський економіст-соціолог, який першим звернув увагу на те, що починати впорядкування багатокритеріальних альтернатив потрібно, починаючи з видалення гірших.

*Принцип Парето полягає в тому, що оптимальний результат слід шукати тільки серед елементів множини недомінуючих рішень.*

В подальшому буде прочитана одна із лекцій щодо Парето оптимального вибору PMAT, що опублікована в журналі “Прикладна математика”(ApplMath).

Серед альтернатив можуть виявитися і такі, у яких оцінки за всіма критеріями гірші, ніж у інших, такі альтернативи не є конкурентоздатними, їх викреслюють з таблиці. Залишаються альтернативи, які хоча б по одному критерію не гірші, ніж інші або недомінуючі альтернативи.

Множину Парето ще називають *множиною непокрещуваних рішень*.

Френсіс *Еджворт* (1845 - 1926) – англійський вчений, спеціалізувався в питаннях математичної економіки. Поняття «Парето-оптимальне рішення» у випадку двох критеріїв, ввів ще до того, як в загальному вигляді його було сформульовано Вільфредо Парето.

*Парето-оптимальність рішення означає, що воно не може бути поліпшено по жодному з критеріїв без погіршення по якомусь іншому критерію.*

Під час пошуку однієї домінуючої альтернативи, необхідно ввести додаткові відомості про критерії, які змогли б зменшити множину Парето.

Розв’язування багатокритеріальних задач вибору зводиться до таких *етапів*:

- **етап 1.** Визначення множини непокрещуваних рішень за Парето;
- **етап 2.** Отримання додаткової інформації про критерії;
- **етап 3.** Використання додаткової інформації про критерії доти, поки множина Парето не міститиме тільки одну альтернативу або групу альтернатив.

Припустимо, що задана група альтернатив. Порівняємо всі альтернативи попарно і виключимо ті з них, які домінуються хоча б однією з альтернатив. Решта (недомінуючі) альтернативи належать множині Еджворта-Парето. Альтернативи, що належать множині Еджворта-Парето, неможливо

порівняти безпосередньо на основі критеріальних оцінок, але, якщо рішення повинно бути прийнято, то порівняння альтернатив, що належать множині Еджворта-Парето, можливо на основі додаткової інформації. Таке порівняння є основним для згаданого вище третього етапу процесу прийняття рішень.

Неважко переконатися, що множина Еджворта-Парето включає в себе найбільш «контрастні» альтернативи, складні для порівняння. Якщо стоїть задача вибору однієї кращої альтернативи, то вона обов'язково належить множині Еджворта-Парето. Тому в багатьох технологіях прийняття рішень дуже важливий етап виділення множини Еджворта-Парето зі всієї множини заданих альтернатив.

Одним із можливих способів вирішення цієї задачі є попарне порівняння альтернатив і виключення домінованих. Задача виділення множини Еджворта-Парето, зазвичай, розглядається як попередня, за нею йде найбільш істотний етап прийняття рішень.

Одне із практичних занять буде присвячене виділенню множини Еджворта-Парето на основі певних вхідних (початкових) даних.

### **1.9. Типові задачі прийняття рішень**

З трьох наведених вище етапів процесу прийняття рішень найбільша увага традиційно приділяється третьому етапу. За визнанням важливості пошуку інформації та виділенням альтернатив слідує розуміння того, що ці *етапи надзвичайно неформалізовані*.

Способи проходження етапів залежать не тільки від змісту ЗПР, але і від досвіду, звичок, особистого стилю ОНР і його оточення. Науковий аналіз проблем прийняття рішень починається з моменту, коли хоча б частина альтернатив та/або критеріїв відома.

У сучасній науці про прийняття рішень центральне місце займають багатокритеріальні задачі вибору. Вважається, що врахування багатьох критеріїв наближає постановку задачі до реального життя.

Традиційно прийнято розрізняти *три основні ЗПР*:

– *впорядкування альтернатив*. Для ряду задач висувається обґрунтована вимога визначити порядок на множині альтернатив. Наприклад:

- менеджер проєкту впорядковує за ступенем рентабельності множину запропонованих проєктів;
- керівники ІТ-фірм впорядковують рейтингові списки програмістів за ступенем їх універсальності, вибір РМСТ тощо.

У загальному випадку вимога упорядкувати альтернативи означає визначити відносну цінність кожної з альтернатив;

– *розподіл альтернатив за класами рішень*. Ці задачі часто зустрічаються у повсякденному житті. Наприклад, під час розробки інформаційних систем, під час створення програмних застосунків ІТ-спеціалісти, зазвичай, ділять альтернативи на дві групи: що заслуговують і не заслуговують більш докладного вивчення, бо вимагають значних витрат ресурсів. Наприклад,

- групи товарів розрізняються за якістю,;
- абітурієнт формує групу закладів вищої освіти, в які він прагне вступити,

- книголюби виділяють за привабливістю для читання групи книг,
- мандрівники вибирають туристські маршрути;

– *виділення кращої альтернативи*. Ця задача вважається однією із основних у прийнятті рішень, вона часто зустрічається на практиці. Наприклад, це задачі, що добре відомі для усіх ІТ-спеціалістів:

- вибір найбільш вдалого стандарту під час проектування інформаційної системи;

- вибір програмного забезпечення;

- вибір проекту складного технічного завдання;

- вибір мови програмування тощо.

Крім того, такі задачі поширені серед прийняття політичних рішень, де альтернатив порівняно небагато, але вони досить складні для вивчення і порівняння. Особливістю багатьох задач прийняття політичних рішень є конструювання нових альтернатив у процесі вирішення проблем.

З врахуванням сказаного вище для ЗПР за трьома основними ознаками (див. рис. 1) щодо проблемних ситуацій може бути проілюстрована у вигляді куба та прокоментована як біполярність (іноді чомусь як дихотомія).

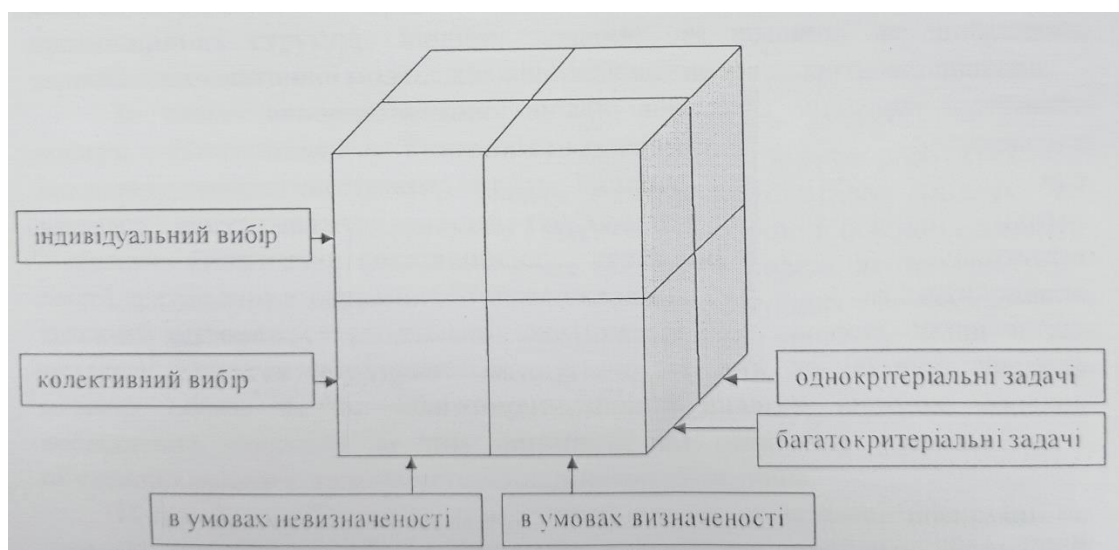


Рис. 1. Біполярність (дихотомія) проблемних ситуацій за трьома основними ознаками