

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

**СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА МЕТОДИ НАУКОВОЇ
ПІДТРИМКИ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ:
КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

*Рекомендовано Науково-методичною радою
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
(протокол № 4 від «22» березня 2024 р.)
Обов'язково до розміщення в репозиторії*

Запоріжжя 2024

mip metinvest
polytechnic



Системний аналіз та методи наукової підтримки рішень в умовах невизначеності: конспект лекцій (для магістрів з цивільної безпеки за освітньо-професійною програмою «Аудит та консалтинг безпеки праці», спеціальність 263) / Уклад. О.Є. Кружилко, Н.В. Володченкова, В.В. Майстренко, С.І. Чеберячко – Запоріжжя: ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2024. – 124 с.

Конспект лекцій включає розгляд концепції прийняття рішень, класифікації управлінських рішень, моделі та підходи до їх прийняття. Розглянуто методи експертних оцінок, а також особливості застосування класичних критеріїв прийняття рішень в умовах повної та часткової невизначеності.

Рекомендовано для студентів спеціальності 263 за освітньо-професійною програмою «Аудит та консалтинг безпеки праці».

Самостійне електронне текстове мережеве видання

Затверджено на засіданні кафедри
безпеки праці та охорони довкілля
Протокол № 15 від «20» березня 2024 р

Узгоджено:
Секретар Редакційної ради


Малій Х. В.
«20» березня 2024 р.

© ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2024



ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
ТЕМА 1. ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ ТЕОРІЇ СИСТЕМ І СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ	6
1.1 Передумови виникнення теорії систем.....	6
1.2 Сутність і принципи системного підходу.....	8
1.3 Класифікація та властивості систем	12
1.4 Поняття, що характеризують функціонування та розвиток систем	19
1.5 Моделювання як метод системного аналізу	22
1.6 Питання для самоперевірки за темою 1	25
ТЕМА 2. ЕТАПИ ТА МЕТОДИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ	26
2.1 Структура системи, основні типи структур	26
2.2 Характеристика етапів системного аналізу.....	32
2.3 Методи системного аналізу	36
2.4 Питання для самоперевірки за темою 2.....	49
ЛЕКЦІЯ 3. СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЇ	50
3.1 Модель організації як відкритої системи	50
3.2 Аналіз зовнішнього та внутрішнього середовища організації	52
3.3 Методи аналізу середовища	54
3.4 Системний аналіз ієрархії та змісту цілей організації	56
3.5 Застосування системного підходу в стратегічному управлінні	58
3.6 Питання для самоперевірки за темою 3.....	62
ЛЕКЦІЯ 4. КОНЦЕПЦІЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАДАЧ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ	63
4.1 Основні поняття і визначення теорії прийняття рішень	63
4.2 Концепція прийняття рішень.....	63
4.3 Класифікація задач прийняття рішень.....	66
4.5 Загальна характеристика управлінських рішень	66
4.6 Методи теорії дослідження операцій при прийнятті рішень.....	69
4.7 Питання для самоперевірки за темою 4.....	72
ЛЕКЦІЯ 5. БІНАРНІ ВІДНОШЕННЯ ТА МЕХАНІЗМИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ.....	73
5.1 Вибір альтернатив і нетривіальність задач прийняття рішень.....	73
5.2 Загальні принципи структуризації альтернатив.....	74
5.3 Некритеріальне структурування альтернатив	75
5.4 Кваліметрія в системі переваг та шкали оцінювання альтернатив.....	78
5.5 Експертні методи	82
5.7 Питання для самоперевірки за темою 5.....	87
ЛЕКЦІЯ 6. МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЗА УМОВ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОСТІ.....	88
6.1 Структурування альтернатив з використанням критеріїв	88
6.2 Недомінуючі альтернативи Еджворта - Парето.....	89



6.3 Моделі і методи прийняття рішень в умовах багатокритеріальності	91
6.4 Методи прийняття рішень на основі згортки критеріїв	94
6.5 Завдання прийняття рішення в умовах часткової невизначеності (ризик)	97
6.6 Питання для самоперевірки за темою 6	98
ЛЕКЦІЯ 7. МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ЗАДАЧ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ. КРИТЕРІЇ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ	99
7.1 Загальні відомості про особливості прийняття рішень в умовах невизначеності	99
7.2 Математичні моделі задач прийняття рішень	100
7.3 Критерії прийняття рішень в умовах невизначеності	105
7.4 Питання для самоперевірки за темою 7	107
ЛЕКЦІЯ 8. КРИТЕРІЇ ІЗ ШКОДУВАННЯМИ ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ. ОЗНАКИ РАЦІОНАЛЬНОСТІ РІШЕНЬ ...	109
8.1 Критерії із шкодуваннями для прийняття рішень в умовах невизначеності	109
8.2. Аспекти прийняття управлінських рішень	110
8.3 Ознаки раціональності рішень	112
8.4 Фактори, що впливають на прийняття управлінських рішень	114
ЛЕКЦІЯ 9. ПІДХОДИ ДО ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ. СТИЛІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ	115
9.1 Підходи до прийняття управлінських рішень	115
9.2 Стилi прийняття рішень	119
9.3 Організація виконання управлінських рішень, типажі виконавців	121
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	123



ВСТУП

Формування управлінських компетенцій майбутніх професіоналів з безпеки праці передбачає здобуття ними поглиблених теоретичних та практичних знань та умінь, що відносяться до областей системного аналізу та теорії прийняття рішень. Це забезпечить можливість здійснювати управління в складних непередбачуваних виробничих умовах шляхом застосування сучасних методів та підходів для обґрунтованого планування та реалізації управлінських рішень.

Особливістю курсу є розгляд системного підходу для дослідження складних організаційно-управлінських виробничих процесів, характерних для підприємств групи «МЕТІНВЕСТ», а також вивчення та здобуття навичок практичного застосування методів обґрунтованого прийняття рішень.

Дисципліна «Системний аналіз та методи наукової підтримки рішень в умовах невизначеності» належить до переліку обов'язкових освітніх компонентів підготовки магістрів з цивільної безпеки за освітньо-професійною програмою «Аудит та консалтинг безпеки праці».

ТЕМА 1. ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ ТЕОРІЇ СИСТЕМ І СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

1.1 Передумови виникнення теорії систем

О. О. Богданов вважав, що будь-яку діяльність людини можна розглядати як певний матеріал організаційного досвіду й досліджувати з організаційної точки зору. Це положення - ключова позиція сучасного менеджменту. Богданов зробив помітний внесок у становлення та розвиток науки управління. Він є представником організаційно-технологічного підходу до управління. Відзначав, що будь-яке завдання можна і потрібно розглядати як організаційне завдання.

О. О. Богданов одним із перших у світі ввів поняття **системності**. **Стан системи визначають рівновагою протилежностей**. Унаслідок безперервної взаємодії формуються три види систем, які він поділяв на **організовані, неорганізовані та нейтральні**.

Вчений розробив **ідею про структурну стійкість системи та її умови**. У самій системі одним з перших побачив два види закономірностей:

а) **формуючі**, тобто закономірності розвитку, що приводять до переходу системи в іншу якість;

б) **регулюючі**, тобто закономірності функціонування, які сприяють стабілізації нинішньої якості системи.

Він увів також ряд понять, які характеризують етапи розвитку різних систем. Так, термін «комплексні» вживався їм для позначення ситуації, коли система являє собою лише механічне об'єднання елементів, між якими ще не почалися процеси взаємодії. Це характерно для випадків, коли, скажімо, підприємець починає створювати організацію (набрав кадри, закупив техніку, найняв приміщення тощо), але вона ще не функціонує [1, 2].

Термін **«кон'югація»** (за Богдановим) означає вже такий етап розвитку системи, коли починається **співпраця між її окремими елементами** (наприклад, працівники встановили між собою формальні й неформальні відносини).

Термін **«інгресія»** описує етап переходу системи до нової якості (наприклад, зростання згуртованості, взаєморозуміння, спрацьованості колективу), а поняття **«дезінгресія»**, навпаки, означає процес деградації системи, її розпаду як цілісного об'єднання.

Австрійський біолог і філософ Людвіг фон Берталанфі (1901-1972), який **створив власний варіант загальної теорії систем**. У 30-40-ві роки ХХ ст. Берталанфі, працюючи у Відні, заклав основи концепції організмичного підходу до організованих динамічних систем, що мають властивість еквіфінальності, тобто здатності досягати мети незалежно від характеру впливів на початкових етапах розвитку.



Він **узагальнив принципи цілісності** (набуття нових якостей системи), **організації** (протистояння руйнуванню, адаптації та зміни структури системи) та **ізоморфізму** (загальні закони для всіх систем) в єдину концепцію. Л. Берталанфі спочатку застосував ідею відкритих систем до пояснення низки проблем біології та генетики, але потім дійшов висновку, що методологія системного підходу є ширшою і може бути застосована в різних галузях науки. Так виникла **ідея загальної теорії систем**.

Л. Берталанфі досить чітко сформулював проблему побудови загальної теорії систем. Для цього необхідно:

- 1) сформулювати загальні принципи та закони поведінки систем незалежно від їх спеціального виду й природи складових їх елементів;
- 2) закласти основи для синтезу наукового знання внаслідок виявлення ізоморфізму законів, що належать до різних сфер діяльності.

Ідеї Берталанфі привернули увагу міжнародної наукової громадськості, а ідеї Богданова виявилися незатребуваним потенціалом науки. Це той, майже біблійний випадок, коли ідеї, як зерна: одні впали на непідготовлений ґрунт, а інші - на благодатний.

Л. Берталанфі зробив величезний внесок у становлення і популяризацію системного підходу. У 50-ті та 70-ті роки ХХ ст. він працював у США та Канаді. Вирішальною для системних ідей стала його робота в Чиказькому університеті - світовому центрі методології. В ті часи там складалася школа видатних соціологів. Тому не дивно, що системний підхід відразу ж увійшов у соціологічну науку і як теорія, і як принцип, і як знання, і як метод дослідження. Л. Берталанфі - засновник цілого наукового напрямку, пов'язаного зі створенням загальної теорії систем. Він першим визначив завдання побудови цієї теорії. Загальна теорія систем мислилася ним як фундаментальна наука, що досліджує проблеми систем різної природи [1].

Істотний недолік у розумінні Л. Берталанфі загальної теорії систем полягав у тому, що він оголосив її такою, що замінює філософію, що викликало справедливі заперечення філософів. Якщо звернути увагу на зміст загальної теорії систем, то до нього входять в основному формалізовані науки, які добре застосовані до відносно простих системам. Потреба дослідження складних систем змушує використовувати якісний аналіз, який мають філософські науки. Але філософії систем у загальній теорії систем місця не знайшлося. Тому сталося роздвоєння загальної теорії систем (ЗТС) на ЗТС у широкому сенсі та на ЗТС у вузькому сенсі (рис. 1.1).

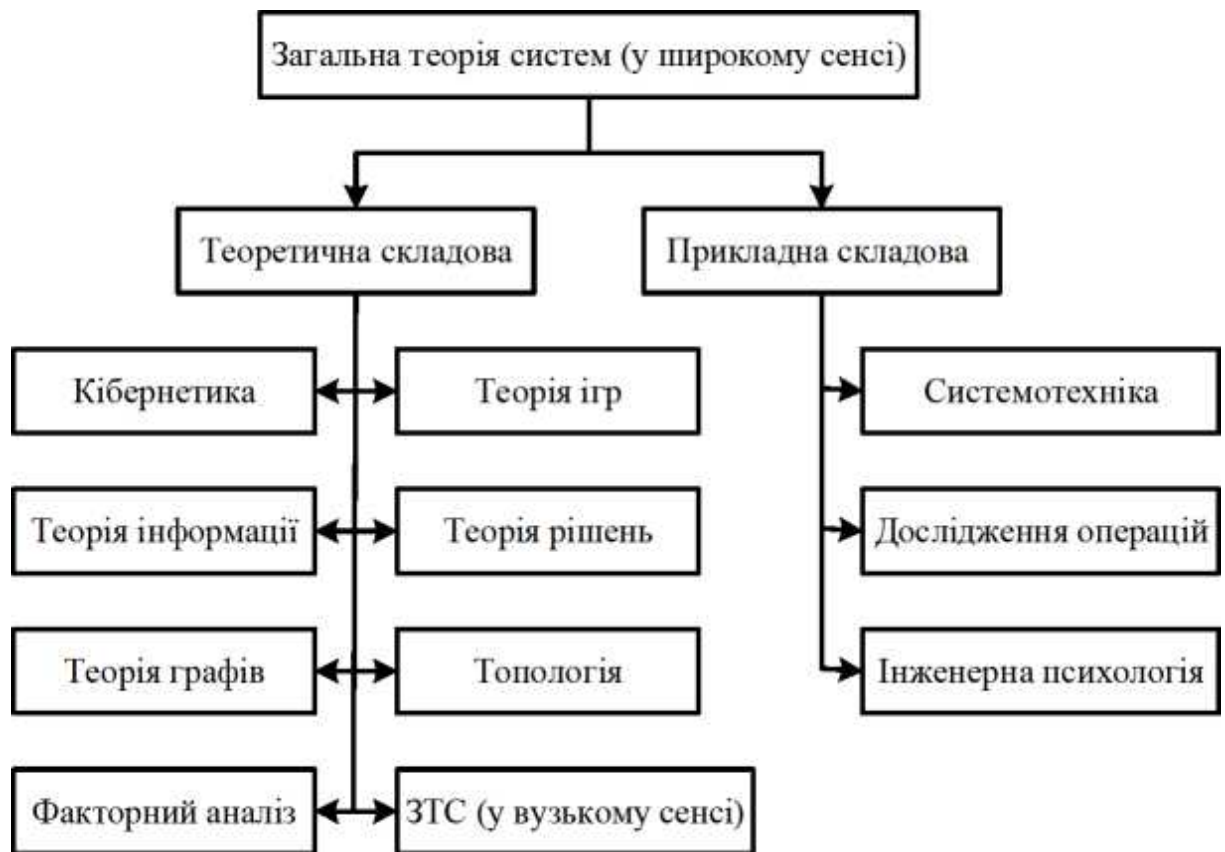


Рисунок 1.1 - Схема загальної теорії систем в наведенні Л. Берталанфі

Сама ЗТС у вузькому сенсі також значною мірою залишилася кількісно-формальною наукою.

Подальший розвиток системних знань призвів до того, що з'явилося декілька варіантів загальної теорії систем у вузькому сенсі слова, сформувався знання, яке відображало окремі сторони систем, з'явилися значні напрацювання про системи різної природи: фізичні, хімічні, біологічні, психічні та соціальні.

Системний підхід широко поширився в економіці, соціології, психології та інших науках [1].

Політологічне застосування системного підходу забезпечено працями Макса Вебера. Проникнення системних ідей в управління підготовлено дослідженнями Р. Акоффа, В. Г. Афанасьєва, В. М. Глушкова. До теперішнього часу в світі нарахували десятки тисяч публікацій із проблем системного підходу, теорії систем і системного аналізу.

1.2 Сутність і принципи системного підходу

Теорія систем лежить в основі будь-якої системної діяльності.



Термін «системний аналіз» використовується в публікаціях неоднозначно. В одних роботах системний аналіз визначається як «додаток системних концепцій до функцій управління, пов'язаних з плануванням». В інших - термін «системний аналіз» вживається як синонім терміну «аналіз систем».

Системний аналіз безпосередньо спирається на поєднання **формальних (математичних) і неформальних методів дослідження**, на використання цільової концепції, на розвиток теорії прийняття рішень.

Системний аналіз - це одне з основних напрямків реалізації системного підходу, в рамках якого розглядаються дослідні та управлінські проблеми, пов'язані з обґрунтуванням і прийняттям рішень в області економіки, політики, техніки тощо.

Теорія систем і системний аналіз як галузь науки може бути розділена на дві, досить умовні частини:

- теоретичну: використовує такі області як теорія ймовірностей, теорія інформації, теорія ігор, теорія графів, теорія розкладів, теорія рішень, топологія, факторний аналіз і ін.;
- прикладну: засновану на прикладній математичній статистиці, методах дослідження операцій, імітаційному моделюванні, системотехніці.


Таким чином, теорія систем і системний аналіз широко використовує досягнення багатьох галузей науки. Разом з тим, в теорії систем є своє «ядро», свій особливий метод - системний підхід до виникаючих завдань. Сутність цього методу досить проста: всі елементи системи і всі операції в ній повинні розглядатися тільки як одне ціле, тільки в сукупності, тільки у взаємозв'язку один з одним.

Системний аналіз застосовується для вирішення важко сформованих і слабо структурованих проблем, як засіб зведення складної проблеми до взаємозалежної ієрархії більш простих завдань, доступних для вирішення формальними методами. Прикладами таких складних проблем є:

- проектування та модернізація великих організаційно-технологічних об'єктів (підприємств, компаній, промислових об'єднань),
- створення і впровадження програмно-технічних комплексів,
- розробка програм соціально-економічного розвитку, програм енергозбереження тощо.

Можна сказати, що системний аналіз включає методи дослідження, проектування і розвитку складних систем різної природи - технічних, технологічних, економічних, соціальних, а також змішаних [1, 2].

Методи і моделі системного аналізу, в першу чергу, використовуються на ранніх етапах проектування або розвитку складних систем. До ранніх етапів відносяться етапи концептуалізації, які називають також «аналіз проблем», «передпроектне обстеження»,



«ескізне проектування», «етап науково-дослідних робіт» тощо. До числа таких робіт відносяться:

- виявлення проблем (вузьких місць) в існуючих системах;
- виявлення цілей, напрямів проектування;
- визначення перспективних варіантів структури системи;
- формування завдань управління.

Ці роботи є слабо формалізованими, «творчими» і одночасно дуже важливими, оскільки вони формують основу, «каркас» проектного об'єкта, основні напрямки проектування системи, які в подальшому опрацьовуються, уточнюються, деталізуються. Рішення, що приймаються на ранніх етапах, в першу чергу визначають якість кінцевого результату. Застосовуючи моделі і методи системного аналізу, можна підвищити якість цих робіт, уникнути грубих помилок при їх проведенні, а також скоротити трудомісткість і терміни проведення робіт.

Загальним для всіх методів системного аналізу є визначення закону функціонування системи, формування варіантів структури системи (кількох альтернативних алгоритмів, що реалізують заданий закон функціонування) і вибір найкращого варіанта, здійснюваного шляхом вирішення завдань декомпозиції, аналізу досліджуваної системи і синтезу системи і знімає проблему практики. Основою побудови методики аналізу і синтезу систем в конкретних умовах є дотримання принципів системного аналізу.

Принципи системного підходу - це положення загального характеру, що є узагальненням досвіду роботи людини зі складними системами. Їх часто вважають ядром методології. Відомо близько двох десятків таких принципів, ряд з яких доцільно розглянути.

Найбільш часто до системних зараховують такі принципи: **принцип кінцевої мети, принцип виміру, принцип еквіфінальних, принцип єдності, принцип зв'язності, принцип модульної побудови, принцип ієрархії, принцип функціональності, принцип розвитку (історичності, відкритості), принцип децентралізації, принцип невизначеності** [1].

Принцип кінцевої мети - абсолютний пріоритет кінцевої (глобальної) мети. Принцип має кілька правил:

- для проведення системного аналізу необхідно в першу чергу сформулювати мету дослідження (розпливчасті, неконкретні цілі тягнуть за собою невірні висновки);
- аналіз слід вести на базі першочергового з'ясування основної мети (функції, основного призначення) досліджуваної системи, що дозволить визначити її основні суттєві властивості, показники якості і критерії оцінки;
- при синтезі систем будь-яка спроба зміни чи вдосконалення повинна оцінюватися щодо того, допомагає чи заважає вона досягненню кінцевої мети;



- мета функціонування штучної системи задається, як правило, системою, в якій досліджувана система є складовою частиною.

Принцип вимірювання. Для визначення ефективності функціонування системи треба уявити її як частину більш загальної (суперсистеми) і проводити оцінку зовнішніх властивостей системи, що досліджується, щодо цілей і завдань суперсистеми.

Принцип еквіфінальних. Система може досягти необхідного кінцевого стану, що не залежить від часу і визначається виключно власними характеристиками системи при різних початкових умовах і різними шляхами. Це форма стійкості по відношенню до початкових і граничних умов.

Принцип єдності. Це спільний розгляд системи як одного цілого, так і як сукупності частин (елементів).

Принцип зв'язності. Розгляд будь-якої частині спільно з її оточенням передбачає проведення процедури виявлення зв'язків між елементами системи і виявлення зв'язків із зовнішнім середовищем (облік зовнішнього середовища). Відповідно до цього принципу систему, в першу чергу, слід розглядати як частину (елемент, підсистему) іншої системи, так званої суперсистеми або старшої системою [1].

Принцип модульної побудови. Корисно виділення модулів в системі і розгляд її як сукупності модулів. Принцип вказує на можливість замість частини системи досліджувати сукупність її вхідних та вихідних впливів (абстрагування від зайвої деталізації).

Принцип ієрархії. Корисно введення ієрархії частин і їх ранжування, що спрощує розробку системи і встановлює порядок розгляду частин.

Принцип функціональності. Це спільний розгляд структури і функції з пріоритетом функції над структурою. Принцип стверджує, що будь-яка структура тісно пов'язана з функцією системи і її частин. Що стосується надання системі нових функцій, корисно переглядати її структуру, а не намагатися втиснути нову функцію в стару схему.

Принцип розвитку. Це облік змінності системи, її здатності до розвитку, адаптації, розширення, заміни частин, накопичення інформації. В основу синтезування системи потрібно закладати можливість розвитку, нарощування, удосконалення. Зазвичай розширення функцій передбачається за рахунок забезпечення можливості включення нових модулів, сумісних з уже наявними. Окремі автори цей принцип називають принципом зміни (історичності) або відкритості. Для того, щоб система функціонувала, вона повинна змінюватися, взаємодіяти з середовищем.

Принцип децентралізації. Це поєднання в складних системах централізованого та децентралізованого управління, яке, як правило, полягає в тому, що ступінь централізації має бути мінімальним, що забезпечує виконання поставленої мети. Як правило, в складній системі зазвичай присутні два рівня управління. В повільно мінливій обстановці децентралізована частина системи успішно справляється з адаптацією



поведінки системи до середовища і з досягненням глобальної мети системи за рахунок оперативного управління, а при різких змінах середовища здійснюється централізоване управління з перекладу системи в новий стан.

Принцип невизначеності. Це облік випадковостей у системі. Принцип стверджує, що можна мати справу з системою, в якій структура, функціонування або зовнішні впливи не повністю визначені.

Перераховані принципи мають дуже високі ступені спільності. Для безпосереднього застосування дослідник повинен наповнити їх конкретним змістом стосовно предмету дослідження [1].

1.3 Класифікація та властивості систем

1.3.1 Властивості систем

В сучасній літературі виділяють три групи властивостей систем:

1) статичні властивості системи - система в будь-який, але фіксований момент часу;

2) динамічні властивості системи - особливості змін з часом усередині системи і поза нею;

3) синтетичні властивості системи - узагальнюючі, збірні, інтегральні властивості.

Статичні властивості:

- цілісність - будь-яка система виступає як щось єдине, ціле, відокремлене, що відрізняється від всього іншого;

- відкритість - взаємодія системи з середовищем;

- внутрішня неоднорідність систем характеризується помітними частин;

- структурованість - зв'язок між собою частин, взаємодіючих між собою.

Динамічні властивості:

- функціональність. Процеси $Y(t)$, що відбуваються на виходах системи розглядаються як її функції;

- мінливість системи з часом. Змінам піддаються внутрішні змінні (параметри), структура системи, склад, будь-які їх комбінації [1, 2].

Можна навести таку класифікацію змін:

1) по швидкості (швидкі і повільні);

2) за складністю (прості, складні, дуже складні);

3) по тенденції змін в системі (монотонні зміни);

4) по передбачуваності (детерміновані, випадкові, нечіткі);

5) за типом залежності від часу (процеси монотонні, періодичні, гармонійні, імпульсні);

6) по взаємодії із зовнішнім середовищем (активні і пасивні).

Синтетичні властивості:

- емерджентність (від англ. «Виникати»). Джерелом і носієм емерджентних властивостей виступає структура системи. У системі є емерджентні властивості, які не можуть бути пояснені, виражені через властивості окремо взятих її частин. У системі є і не емерджентні властивості, однакові з властивостями її підсистем. Тобто, йдеться про наявність у будь-якої системі особливих властивостей, не властивих її підсистемам, а також сумі елементів. Неможливість зведення властивостей системи до суми властивостей її елементів.

- неподільність на частини. При вилученні з системи деякої частини відбувається зміна структури системи, отже, з'являється інша система з іншими властивостями.

- доцільність - підпорядкованість всіх складових системи поставленої мети [1, 3].

1.3.2. Класифікація систем

Класифікацією називається **розбиття на класи** за найбільш суттєвими ознаками. Під **класом** розуміється **сукупність об'єктів, що володіють деякими ознаками спільності**. Ознака (або сукупність ознак) є підставою (критерієм) класифікації.

Система може бути охарактеризована одним або декількома ознаками і відповідно їй може бути знайдене місце в різних класифікаціях, кожна з яких може бути корисною при виборі методології дослідження. Зазвичай мета класифікації - обмежити вибір підходів до відображення систем, виробити мову опису, відповідний для відповідного класу.

За змістом системи розрізняють **реальні** (матеріальні, об'єктивно існуючі) і **абстрактні** (концептуальні, ідеальні), що є продуктом мислення.

Реальні системи діляться на природні (природні системи) і штучні (антропогенні).

Природні системи - системи неживої (фізичні, хімічні) і живої (біологічні) природи.

Штучні системи створюються людством для своїх потреб або утворюються в результаті цілеспрямованих зусиль.

Штучні діляться на технічні (техніко-економічні) і соціальні (громадські).

Технічна система спроектована і виготовлена людиною в певних цілях. Таким чином, під **технічними системами** розуміють єдину конструктивну сукупність взаємопов'язаних і взаємодіючих об'єктів, призначену для цілеспрямованих дій з метою досягнення в процесі функціонування заданого результату.



Відмінними ознаками технічних систем в порівнянні з довільною сукупністю об'єктів або в порівнянні з окремими елементами є конструктивність (практичність якої здійснюють відносини між елементами), орієнтованість і взаємопов'язаність складових елементів і цілеспрямованість.

До **соціальних систем** відносяться різні системи людського суспільства.

Виділення систем, що складаються з одних тільки технічних пристроїв, майже завжди умовно, оскільки вони не здатні виробляти свій стан. Ці системи виступають як частини більших, що включають людей - організаційно-технічних систем.

Організаційна система, для ефективного функціонування якої істотним фактором є спосіб організації взаємодії людей з технічної підсистемою, називається людино-машинною системою.

Приклади людино-машинних систем: автомобіль - водій; літак - льотчик; комп'ютер - користувач тощо

Для того, щоб система була стійкою до впливу зовнішніх впливів, вона повинна мати стійку структуру. Вибір структури практично визначає технічний вигляд як всієї системи, так її підсистем, і елементів. Питання про доцільність застосування тієї чи іншої структури має вирішуватися виходячи з конкретного призначення системи. Від структури залежить також здатність системи до перерозподілу функцій у разі повної або часткової відмови окремих елементів, а, отже, надійність і живучість системи при заданих характеристиках її елементів.

Абстрактні системи є результатом **відображення дійсності (реальних систем) в мозку людини**. Їх побудова - необхідна ступінь забезпечення ефективної взаємодії людини з навколишнім світом. Абстрактні (ідеальні) системи об'єктивні за джерелом походження, оскільки їх першоджерелом є об'єктивно існуюча дійсність.

Абстрактні системи поділяють на системи **безпосереднього відображення** (відображають певні аспекти реальних систем) і **системи узагальнюючого** відображення. До перших відносяться математичні і логіко-евристичні моделі, а до других - концептуальні системи (теорії методологічного побудови) і мови [1].

По **взаємодії із зовнішнім середовищем** системи поділяються на: **відкриті, закриті (замкнуті, ізольовані) і комбіновані**.

Розподіл систем на відкриті і закриті пов'язано з їх характерними ознаками: можливість збереження властивостей при наявності зовнішніх впливів. Якщо система нечутлива до зовнішніх впливів, її можна вважати закритою. В іншому випадку - відкритою.

Відкритою називається система, яка взаємодіє з навколишнім середовищем. Всі реальні системи є відкритими. Відкрита система є



частиною більш загальної системи або кількох систем. Якщо виокремити з цього утворення власне розглянуту систему, то решта - її середу.

Відкрита система пов'язана із середовищем певними комунікаціями, тобто мережею зовнішніх зв'язків системи. Виділення зовнішніх зв'язків та опис механізмів взаємодії «система-середовище» є центральним завданням теорії відкритих систем. Розгляд відкритих систем дозволяє розширити поняття структури системи. Для відкритих систем воно включає не тільки внутрішні зв'язки між елементами, а й зовнішні зв'язки із середовищем. При описі структури зовнішні комунікаційні канали намагаються розділити на вхідні (за якими середовище впливає на систему) і вихідні (навпаки). Сукупність елементів цих каналів, що належать власній системі називаються вхідними та вихідними полюсами системи. У відкритих систем, в крайньому разі, один елемент має зв'язок із зовнішнім середовищем, щонайменше, один вхідний полюс і один вихідний [1, 2].

Для кожної системи зв'язку з усіма підлеглими їй підсистемами і між останнім, є внутрішніми, а всі інші - зовнішніми. Зв'язки між системами і зовнішнім середовищем також, як і між елементами системи, носять, як правило, спрямований характер.

Важливо підкреслити, що в будь-якій реальній системі в силу законів діалектики про загальний зв'язок явищ число всіх взаємозв'язків величезне, так що врахувати і дослідження абсолютно всі зв'язки неможливо, тому їх число штучно обмежують. Разом з тим, враховувати всі можливі зв'язки недоцільно, так як серед них є багато несуттєвих, практично не впливають на функціонування системи і кількість отриманих рішень (з точки зору вирішуваних завдань). Якщо зміна характеристик зв'язку, її виключення (повний розрив) призводять до значного погіршення роботи системи, зниження ефективності, то такий зв'язок - істотна. Одна з найважливіших завдань дослідника - виділити істотні для розгляду системи в умовах розв'язуваної задачі зв'язку і відокремити їх від несуттєвих. У зв'язку з тим, що вхідні і вихідні полюси системи не завжди вдається чітко виділити, доводиться вдаватися до певної ідеалізації дій. Найбільша ідеалізація має місце при розгляді закритої системи.

Закритою називається система, яка не взаємодіє з середовищем або взаємодіє з середовищем суворо певним чином. У першому випадку мається на увазі, що система не має вхідних полюсів, а в другому, що вхідні полюси є, але вплив середовища носить постійний характер і повністю (заздалегідь) відомо. Очевидно, що при останньому припущенні зазначені дії можуть бути віднесені власне до системи, і її можна розглядати, як закриту. Для закритої системи, будь-який її елемент має зв'язки тільки з елементами самої системи.

Зрозуміло, закриті системи являють собою деяку абстракцію реальної ситуації, так як, строго кажучи, ізольованих систем не існує. Однак, очевидно, що спрощення опису системи, полягають у відмові від



зовнішніх зв'язків, може призвести до корисних результатів, спростити дослідження системи. Всі реальні системи тісно або слабо пов'язані з зовнішнім середовищем - відкриті. Якщо тимчасовий розрив або зміна характерних зовнішніх зв'язків не викликає відхилення у функціонуванні системи понад встановлені заздалегідь меж, то система пов'язана з зовнішнім середовищем слабо. В іншому випадку - тісно.

Комбіновані системи містять відкриті і закриті підсистеми. Наявність комбінованих систем свідчить про існування складних комбінацій відкритої і закритої підсистем [1].

В залежності від структури і просторово-часових властивостей системи діляться на прості і складні.

Прості - системи, що не мають розгалужених структур, що складаються з невеликої кількості взаємозв'язків і невеликої кількості елементів. Такі елементи служать для виконання найпростіших функцій, в них не можна виділити ієрархічні рівні. **Відмінною особливістю простих систем є детермінованість (чітка визначеність) номенклатури, числа елементів і зв'язків як усередині системи, так і з середовищем.**

Складні - характеризуються великим числом елементів і внутрішніх зв'язків, їх неоднорідністю і різною якістю, структурним різноманітністю, виконують складну функцію або ряд функцій. **Компоненти складних систем можуть розглядатися як підсистеми, кожна з яких може бути деталізована ще більш простими підсистемами тощо до тих пір, поки не буде отримано елемент.**

Система називається складною якщо в реальній дійсності рельєфно (істотно) проявляються ознаки її складності, а саме:

а) структурна складність - визначається за кількістю елементів системи, числу і розмаїтості типів зв'язків між ними, кількості ієрархічних рівнів і загальної кількості підсистем системи. Основними типами вважаються наступні види зв'язків: структурні (в тому числі, ієрархічні), функціональні, каузальні (причинно-наслідкові), інформаційні, просторово-часові;

б) складність функціонування (поведінки) - визначається характеристиками безлічі станів, правилами переходу зі стану в стан, вплив системи на середовище і середовища на систему, ступенем невизначеності перерахованих характеристик і правил;

в) складність вибору поведінки - в багато-альтернативних ситуаціях, коли вибір поведінки визначається метою системи, гнучкістю реакцій на заздалегідь невідомі впливи середовища;

г) складність розвитку - визначається характеристиками еволюційних або стрибкоподібних процесів.

Природно, що всі ознаки розглядаються у взаємозв'язку. Ієрархічна побудова - характерна ознака складних систем, при цьому рівні ієрархії



можуть бути як однорідні, так і неоднорідні. Для складних систем притаманні такі фактори як неможливість передбачити їх поведінку, тобто слабо передбачуваність, їх скритність, різноманітність стану [1, 2].

Складні системи (що використовуються для підтримки рішень в контурах управління) можна поділити на такі факторні підсистеми:

1) вирішальну, яка приймає глобальні рішення у взаємодії із зовнішнім середовищем і розподіляє локальні завдання між усіма іншими підсистемами;

2) інформаційну, яка забезпечує збір, переробку і передачу інформації, необхідної для прийняття глобальних рішень і виконання локальних завдань;

3) керуючу для реалізації управлінських рішень;

4) гомеостазну, що підтримує динамічну рівновагу всередині систем і регулює потоки інформації та ресурсів в підсистемах (до відома: «гомеостаз» - відносна сталість складу та властивостей внутрішнього середовища біологічних систем різних рівнів організації);

5) адаптивну, що накопичують досвід в процесі навчання для поліпшення структури і функцій системи.

Основоположними при аналізі і синтезі складних систем є процедури декомпозиції і агрегування.

Декомпозиція - поділ систем на частини, з подальшим самостійним розглядом окремих частин.

Очевидно, що декомпозиція є поняття, пов'язане з моделлю, так як сама система не може бути розчленована без порушень властивостей. На рівні моделювання розрізнені зв'язку заміняться відповідно еквівалентами, або моделі систем будується так, що розкладання її на окремі частини при цьому виявляється природним.

Стосовно до великих і складних систем декомпозиція є потужним інструментом дослідження.

Агрегування є поняттям, протилежним декомпозиції. У процесі дослідження виникає необхідність об'єднання елементів системи з метою розглянути її з більш загальних позицій.

Декомпозиція та агрегування є дві протилежні сторони підходу до розгляду великих і складних систем, що застосовуються в діалектичній єдності.

З погляду безпосередньо здійснення управління: Складною системою називається система, у моделі якої недостатньо інформації для ефективного управління цією системою. Ознакою простоти системи є достатність інформації для її управління. Якщо ж результат управління отриманий за допомогою моделі, буде незадовільним (за певними критеріями), то таку систему відносять до складної. Для занесення системи в розряд простих, необхідно отримати відсутню інформацію про неї і включити її в модель [1].



За характером розвитку два класи систем: стабільні і системи, що розвиваються. У стабільній системі структура і функції практично не змінюються протягом всього періоду її існування і, як правило, якість функціонування стабільних систем у міру зношування їх елементів тільки погіршується. Відбудовні заходи зазвичай можуть лише знизити темп погіршення.

Відмінною особливістю системи, що розвиваються є те, що з плином часу їх структура і функції набувають суттєвих змін. Функції системи більш постійні, хоча часто і вони видозмінюються. Практично незмінними залишається лише їх призначення.

За ступенем організованості: добре організовані, погано організовані.

Уявити аналізований об'єкт або процес у вигляді **добре організованої системи означає, що визначено всі елементи системи, їх взаємозв'язок, правила об'єднання в більш великі компоненти.** Проблемна ситуація може бути описана у вигляді математичного виразу. Рішення завдання може мати вигляд рекомендацій щодо подолання проблемної ситуації. Таке рішення може бути отримано на основі застосування, наприклад, аналітичних методів.

Приклади добре організованих систем: складний пристрій, опис роботи якого враховує особливості умов його функціонування, та містить рекомендації щодо реагування на певні відхилення від нормального функціонування (наявність шумів, підвищення температури, поява вібрації).

Опис об'єкта у вигляді добре організованої системи застосовується в тих випадках, коли можна запропонувати детермінований опис і експериментально довести правомірність його застосування, адекватність моделі реальному процесу. Спроби застосувати клас добре організованих систем для представлення складних багатокomпонентних об'єктів або багатокритеріальних задач погано вдаються: вони вимагають неприпустимо великих витрат часу, практично не реалізуються і неадекватні застосуванню моделей.

Погано організовані системи. Для погано організованої системи не визначено (не враховано) всі компоненти, їх властивості та зв'язки між ними і цілями системи. Така система характеризується деяким описом її компонентів і закономірностей, які визначаються на основі вибіркового дослідження за допомогою деяких правил вибірки компонентів, що характеризують досліджуваний об'єкт або процес. На основі такого вибіркового дослідження отримують характеристики чи закономірності (статистичні, економічні) і поширюють їх на всю систему в цілому. При цьому робляться відповідні застереження. Наприклад, при отриманні



статистичних закономірностей їх поширюють на поведінку всієї системи з деякою довірчою ймовірністю.

Підхід до відображення об'єктів у вигляді погано організованих систем широко застосовується при: описі систем масового обслуговування, визначенні чисельності штатів на підприємствах та установах, дослідженні документальних потоків інформації в системах управління.

Системи, для яких стан системи однозначно визначається початковими значеннями і може бути передбачений для будь-якого подальшого моментів часу, називаються **детермінованими**.

Стохастичні системи - системи, зміни в яких носять випадковий характер. При випадкових впливах даних про стан системи недостатньо для передбачення в наступний момент часу [1, 3].

1.4 Поняття, що характеризують функціонування та розвиток систем

Процеси, що відбуваються в складних системах, зазвичай не вдається навести відразу у вигляді математичних співвідношень або хоча б алгоритмів. Тому для того, щоб хоч якось охарактеризувати стабільну ситуацію або її зміни, використовують спеціальні терміни, запозичені теорією систем із теорії автоматичного регулювання, біології, філософії тощо.

Функціонування системи - це процеси, що відбуваються у системі (і в її оточенні) при стабільній реалізації поставленої мети (рис. 1.2).

Входи системи $x(t)$ - це різні точки прикладання впливу зовнішнього середовища на систему (рис. 1). Входами системи можуть бути інформація, речовина, енергія тощо, які підлягають перетворенню.

Виходи системи $y(t)$ - це різні точки прикладання впливу системи на зовнішнє середовище. Вихід системи є результатом перетворення інформації, речовини та енергії.

Зворотний зв'язок з'єднує вихід зі входом системи й використовується для контролю за зміною виходу.

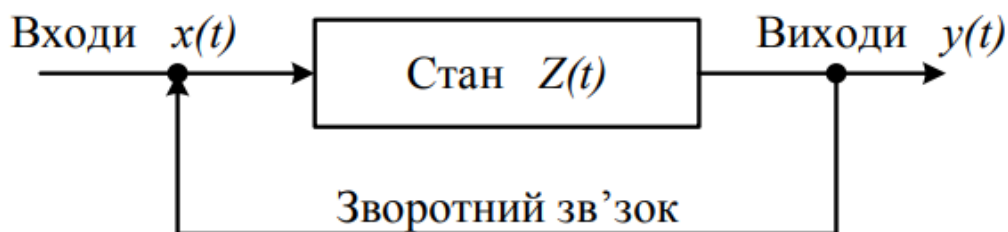


Рисунок 1.2 - Схема системи з одиничним зворотним зв'язком

Обмеження системи визначає умови її функціонування (реалізацію процесу) та забезпечує **відповідність між виходом**



системи та вимогами до нього. Обмеження бувають **внутрішніми та зовнішніми**. Одним із зовнішніх обмежень є мета функціонування системи. Прикладом внутрішніх обмежень можуть бути ресурси, що забезпечують реалізацію того чи іншого процесу [1, 4].

Поняттям «стан» зазвичай характеризують миттєву фотографію, «зріз» системи, зупинення в її розвитку. Його визначають або через вхідні дії та вихідні сигнали (результати). Так говорять про стан спокою (стабільні вхідні впливи та вихідні сигнали), про стан рівномірного прямолінійного руху (стабільну швидкість) тощо.

Стан системи $Z(t)$ - сукупність істотних властивостей, які система має в кожен момент часу. Якщо система складається з n елементів, то стан системи визначають сукупністю станів кожного з елементів і зв'язків між ними (двосторонніх зв'язків не може бути більше за $n \cdot (n - 1)$ у системі з n елементами).

Реальна система не може перебувати в будь-якому стані. Завжди є певні обмеження - деякі внутрішні і зовнішні фактори (наприклад, людина не може жити 1 000 років). Можливі стани реальної системи утворюють у просторі станів системи деяку підобласть Z (підпростір) - множину допустимих станів системи.

Рух системи - це процес послідовної зміни її стану.

Вимушений рух системи - зміна її стану під впливом зовнішнього середовища. Прикладом вимушеного руху може бути переміщення ресурсів за наказом (надійшов у систему ззовні).

Власний рух - зміна стану системи без впливу зовнішнього середовища (лише під дією внутрішніх причин). Власним рухом системи «людина» буде її життя як біологічного (а не суспільного) індивіда, тобто харчування, сон, розмноження.

Розглянемо залежності станів і функції виходів системи від функції її входів.


Стан системи $Z(t)$ у будь-який момент часу t залежить від функції входів $x(t)$ так:

$$Z(t) = F_c[x(t)], \quad (1.1)$$

де F_c - функція станів системи (перехідна функція).

Стан системи $Z(t)$ у будь-який момент часу t також залежить від попередніх її станів у моменти $Z(t-1)$, $Z(t-2)$, ..., тобто від функцій її станів (переходів)

$$Z(t) = F_c[x(t), Z(t-1), Z(t-2), \dots]. \quad (1.2)$$



Зв'язок між функцією входів $x(t)$ і функцією виходів $y(t)$ системи, без урахування попередніх станів, можна навести у вигляді

$$y(t) = F_e [x(t)], \quad (1.3)$$

де F_e - функція виходів системи.

Систему з такою функцією виходів (1.3) називають статичною.

Якщо ж система залежить не лише від функції входів $x(t)$, а й від функцій станів (переходів) $Z(t-1)$, $Z(t-2)$, ..., то функція виходу набере вигляду:

$$y(t) = F_e [x(t), Z(t-1), Z(t-2), \dots]. \quad (1.4)$$

Систему з такою функцією виходів називають динамічною (або системою з поведінкою).

Залежно від математичних властивостей функції входів $x(t)$ і виходів $y(t)$ системи поділяють на системи дискретні та безперервні.

Для безперервних систем вирази (1.1) і (1.3) виглядають так:

$$\frac{dZ(t)}{dt} = F_c [x(t), Z(t)]; \quad (1.5)$$

$$y(t) = F_e [x(t), Z(t)]. \quad (1.6)$$

Рівняння (1.5) визначає стан системи і називається **рівнянням змінних станів системи**.

Рівняння (1.6) визначає спостережуваний нами вихід системи і називається **рівнянням спостережень**.

Рівняння (1.5), (1.6) - рівняння руху системи.

Функції F_c (функція станів системи) і F_e (функція виходів) враховують не лише поточний стан $Z(t)$, а й попередні стани $Z(t-1)$, $Z(t-2)$, ..., $Z(t-v)$ входів системи.

Попередні стани є параметром «пам'яті» системи. Отже, величина v характеризує об'єм (глибину) пам'яті системи. Іноді її називають глибиною інтелекту пам'яті [1, 4].

Поведінка системи - процес цілеспрямованої зміни в часі стану системи. Вона описує характер руху системи. Якщо система здатна переходити з одного стану до іншого (наприклад, $Z_1 \rightarrow Z_2 \rightarrow Z_3 \rightarrow \dots$), то говорять, що вона має поведінку. Це поняття використовують, коли є невідомими закономірності (правила) переходу з одного стану до іншого.



Тоді говорять, що система має деяку поведінку і з'ясовують її характер, алгоритм. З урахуванням уведених позначень поведінку можна подати у вигляді функції стану $Z(t) = [Z(t-1), y(t), x(t), t]$.

Рівновага. Рівновагою називають здатність системи за відсутності зовнішніх збурювальних впливів (або за постійних дій) зберігати свій стан як завгодно довго. Цей стан називають станом рівноваги. Стан рівноваги, в який система здатна повертатися, називають стійким станом рівноваги. Повернення в цей стан може супроводжуватися коливальним процесом. Отже, в складних системах можливі нестійкі стани рівноваги.

Стійкість. Під стійкістю розуміють здатність системи повертатися в стан рівноваги після того, як вона була з цього стану виведена під впливом зовнішніх (а в системах з активними елементами - внутрішніх) збурювальних впливів. Ця здатність зазвичай властива системам за незмінного виходу системи $y(t)$ лише тоді, коли відхилення не перевищують деякої межі.

Прості системи мають пасивні форми стійкості: міцність, збалансованість, керованість, гомеостаз. А для складних систем визначальними є активні форми стійкості: надійність, живучість і здатність до адаптації.

Надійність - властивість збереження структури систем, незважаючи на загибель окремих її елементів, за допомогою їх заміни або дублювання, а живучість - властивість системи зберігати обмежену працездатність в умовах зовнішніх впливів, що призводять до відмов її складових частин. Отже, надійність є більш пасивною формою, ніж живучість.

Здатність до адаптації - це властивість змінювати поведінку або структуру з метою збереження, поліпшення або придбання нових якостей в умовах зміни зовнішнього середовища. Обов'язковою умовою можливості адаптації є наявність зворотних зв'язків.

Розвиток - це те, що відбувається із системою при **зміні її мети**. Характерною ознакою розвитку є той факт, що існуюча структура перестає відповідати новій меті і для забезпечення нової функції потрібно змінювати структуру.

Життєвий цикл - період часу від виникнення потреби в системі та її становлення до зменшення ефективності функціонування системи та її «смерті» або ліквідації [1].

1.5 Моделювання як метод системного аналізу

Під моделюванням розуміють процес дослідження реальної системи, що означає створення моделі, вивчення її властивостей і перенесення одержаних відомостей на модельовану систему.

Спільними функціями моделювання є описання, пояснення, прогнозування поведінки реальної системи.

Типовими цілями моделювання можуть бути:



- пошук оптимальних або близьких до оптимальних рішень;
- оцінювання ефективності рішень;
- визначення властивостей системи (чутливість до зміни значень характеристик тощо);
- встановлення взаємозв'язків між характеристиками системи, перенесення інформації в часі.

Модель - це об'єкт, який має схожість у деяких відношеннях із прототипом і є засобом опису і (або) пояснення, і (або) прогнозування поведінки прототипу.

Найважливішою якістю моделі є те, що вона дає спрощений образ, що відображає не всі властивості прототипу, а лише істотні для дослідження.

Історія становлення поняття моделі. Спочатку моделлю називали будь-який допоміжний засіб, об'єкт, який певній ситуації заміняв інший об'єкт. Принципово не існує моделі, яка була б повним еквівалентом оригіналу. Будь-яка модель відображає лише певні сторони оригіналу. Тому з метою одержання більш повних знань про оригінал доводиться використовувати сукупність моделей. Складність моделювання як процесу полягає у відповідному виборі такої сукупності моделей, які замінюють реальний пристрій або об'єкт у необхідних відношеннях.

Наприклад, систему диференціальних рівнянь, що описує процеси перемикання в елементах цифрового пристрою, можна використовувати для оцінювання їх швидкодії (часу перемикання), але недоцільно застосовувати для побудови тестів або часових діаграм роботи пристрою. Очевидно, в останніх випадках необхідно скористатися будь-якими іншими моделями, наприклад, логічними рівняннями. Водночас далеко не відразу була зрозуміла універсальність законів природи, загальність моделювання, тобто не просто можливість, а й необхідність наводити будь-які наші знання у вигляді моделей [1, 4].

Наприклад, стародавні філософи вважали неможливим моделювання природних процесів, оскільки, за їхніми уявленнями, природні та штучні процеси підпорядковуються різним закономірностям. Вони вважали, що відобразити природу можна лише за допомогою логіки, методів міркувань, суперечок, тобто за сучасною термінологією, за допомогою мовних (дескриптивних) моделей.

Через декілька століть девізом англійського Королівського наукового товариства було гасло «Нічого словами!», яке було найкоротшим наведенням принципів природознавства: визнавалися лише висновки, підкріплені експериментально або математичними викладками. В англійській мові до нашого часу в поняття «наука» не входять галузі знань, яким в українській мові відповідає термін «гуманітарні науки», - вони належать до категорії «мистецтв». Унаслідок дуже довго поняття «модель» застосовували лише до матеріальних об'єктів спеціального типу, наприклад, манекену (моделі людської фігури), гідродинамічної



зменшеної моделі греблі, моделі суден і літаків, опудала (моделі тварин) тощо.

Потім були усвідомлені модельні властивості креслень, рисунків, карт - реальних об'єктів штучного походження, які втілюють абстракцію досить високого рівня.

Наступний крок полягав у визнанні того, що моделями можуть бути **не лише реальні об'єкти, а й абстрактні, ідеальні побудови**. Типовим прикладом абстрактної моделі є математична модель. Унаслідок діяльності математиків, логіків і філософів, які досліджували підґрунтя математики, була створена теорія моделей. У ній модель визначена як результат відображення однієї абстрактної математичної структури на іншу, також абстрактну, або як результат інтерпретації першої моделі в термінах і образах другої моделі.

У ХХ ст. поняття моделі стало більш загальним, охопивши і реальні, й ідеальні моделі. Водночас поняття абстрактної моделі вийшло за межі математичних моделей, почало відноситись до будь-яких знань і уявлень про світ.

Спочатку в сфері наукових дисциплін інформаційного, кібернетичного, системного спрямування, а потім і в інших галузях науки модель почала усвідомлюватися як щось універсальне, хоча і реалізоване різними способами. Модель є способом існування знань.

Наближеність моделі. Характерною рисою моделі є наближеність відображення дійсності. Величину, міру, ступінь прийнятності відмінності можна ввести лише співставивши модель із метою моделювання. Наприклад, точність звичайного годинника є достатньою для побутових потреб, і абсолютно недостатньою під час реєстрації спортивних рекордів або для цілей астрономії.

Адекватність моделі. Модель, за допомогою якої успішно досягнена поставлена мета, називають адекватною цієї мети. Підкреслимо, що таке визначення в повному обсязі відповідає вимогам повноти, точності і правильності (істинності): адекватність означає, що ці вимоги виконані не взагалі, а лише тією чи іншою мірою, яка достатня для досягнення мети. Наприклад, геоцентрична модель Птолемея була неправильною, але адекватною в сенсі точності описання руху планет.

Мета як модель. З попереднього пояснення випливає, що модель є не просто образом-замінником оригіналу, не взагалі будь-яким відображенням, а відображенням цільовим [1].

Щоб підкреслити це, уявімо, які моделі колоди використовують у своїй діяльності різні члени туристичної групи, які прийшли до місця розташування. Одному доручено обладнати табір, і він прикидає, чи використовувати цю колоду для столу або для сидіння. Інший турист відповідає за багаття, а для дров від колоди потрібні не геометричні, а зовсім інші якості. Третього цікавить вік дерева, і він обстежує спіл дерева. Художник шукає у колоди сук із хитромудрим вигином. Коротше кажучи,



модель відображає не сам по собі об'єкт- оригінал, а те, що нас у ньому цікавить, тобто те, що відповідає поставленій меті. З того, що модель є цільовим відображенням, впливає множинність моделей одного і того самого об'єкта: для різних цілей зазвичай потрібні різні моделі.

У широкому сенсі під моделюванням розуміють процес адекватного відображення найбільш істотних сторін досліджуваного об'єкта або явища з точністю, яка необхідна для практичних потреб.

Теоретичною базою моделювання є теорія подібності. Подібністю називають взаємно однозначну відповідність між двома об'єктами, за якої є відомими функції переходу від параметрів одного об'єкта до параметрів іншого, а математичні описи цих об'єктів можуть бути перетворені в тотожні описи. Теорія подібності дає можливість встановити наявність подібності або дає можливість розробити спосіб її одержання.

Отже, **моделювання - це процес наведення об'єкта дослідження адекватною (подібною) йому моделлю і проведення експериментів з моделлю для одержання інформації про об'єкт дослідження.** Під час моделювання модель є і засобом, і об'єктом дослідження, яка перебуває у відношенні подібності до модельованого об'єкта. Іншими словами, модель - це фізична або інформаційна система, що являє собою об'єкт дослідження адекватно цілям дослідження [1].

1.6 Питання для самоперевірки за темою 1

1. Які наукові ідеї та принципи були використані на етапі становлення теорії систем?
2. В чому полягає сутність системного аналізу? Для вирішення яких проблем його можна застосовувати?
3. Назвіть основні принципи системного підходу.
4. Назвіть групи властивостей систем, наведіть приклади динамічних властивостей.
5. Які критерії використовуються для класифікації систем?
6. Які параметри використовуються для опису функціонування систем.
7. Назвіть поняття, що характеризують функціонування та розвиток систем, поясніть їх зміст.
8. Що розуміють під моделюванням, які є спільні функції моделювання?

ТЕМА 2. ЕТАПИ ТА МЕТОДИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

2.1 Структура системи, основні типи структур

Визначальними (головними) системоутворюючими факторами є мета, ціль (цілі) системи та її функція (функції).

Мета - це головне призначення системи, яке не є детермінованим і фіксованим, а може змінюватись у часі. Мета конкретизується за допомогою цілей.

Ціль системи – це бажаний стан її виходів.

Важливим системоутворюючим фактором є **функції** системи.

Існує кілька думок стосовно того, що таке функція системи. Так, під функцією системи можна розуміти **перетворення її входів у виходи**.

З іншої точки зору, функція системи може полягати **у збереженні її існування, підтримці структури та впорядкованості**. Іноді функцію системи ототожнюють із функціонуванням цієї ж системи, визначаючи її як **спосіб, засіб або як дію для досягнення цілі (цілей) системи**.

Функції системи - дії, що виконує система (або може виконувати) відповідно до свого призначення. **Множина функцій системи забезпечує перетворення призначення системи в дії**, ця множина визначає сукупність послідовних станів системи у просторі та часі. При взаємодії функцій часто виникає нова властивість (властивості), котра не виявляється в окремих складових системи. **Одна і та ж функція може реалізуватися різними шляхами і засобами**.

Системи, що мають ціль, називають цілеспрямованими. Будь-які соціально-економічні системи цілеспрямовані, оскільки елементами є люди.

Цілі в часовому аспекті поділяються на: тактичні, стратегічні та ідеали.

Тактична ціль - це бажані результати, досягнення яких відбувається за визначених і порівняно короткий період часу.

Стратегічна ціль досягаються за довший час за умови досягнення тактичних цілей.

Ціль-ідеал - це така ціль, що ніколи не досягається, але до якої система постійно прагне, реалізуючи тактичні і стратегічні цілі [1, 5].

За наявністю інформації про способи досягнення виокремлюють:

- **функціональна ціль** - ціль, шляхи та способи досягнення якої вже відомі, а тому повторюються у часі та просторі;

- **ціль-аналог**, яка є результатом дії іншої системи, але ніколи не реалізувалася системою, що досліджується, а коли й досягалася, то за інших зовнішніх умов;



- **ціль розвитку** - нова ціль, яка ніколи раніше не досягалася, вона по суті пов'язана з утворенням нової системи.

Ці типи цілей пов'язані один з одним. **Так, ціль розвитку за умови її успішного досягнення однією системою перетворюється в ціль-аналог для інших систем, а для цієї системи стає функціональною ціллю при незмінних зовнішніх умовах.**

Системоутворюючим фактором є також **стан системи**, що характеризується **кількісними та якісними значеннями внутрішніх параметрів (змінних) системи у певний момент**. Зміна довільної кількості цих характеристик визначає перехід системи до іншого стану.

Процеси в системі мають різноманітне значення і часто описуються як залежність виходів від входів у модулях різного ступеня узагальнення або різного рівня ієрархії [5].

Додатковим системоутворюючим фактором є наявність рівноваги (здатність системи за відсутності зовнішніх збурювальних впливів (або за постійних дій) зберігати свій стан як завжди довго). Під **стійкістю** розуміють здатність системи повертатися в стан рівноваги після того, як вона була з цього стану виведена під впливом зовнішніх (а в системах з активними елементами - внутрішніх) збурювальних впливів. Стан рівноваги, в який система здатна повертатися, називають стійким станом рівноваги.

Структура - це множина частин (елементів), які знаходяться у взаємодії та специфічному порядку, необхідному для реалізації певних функцій.

Функція є первинною щодо структури і визначає останню.

Структура системи - одна з основних категорій системного аналізу, що характеризує стійку впорядкованість у просторі і часі елементів системи та їх зв'язків. З точки зору методології наукових досліджень часто під структурою розуміють малюнок, певне зовнішнє зображення явища чи об'єкта дослідження. Зрозуміло, що таке зображення об'єкта дозволяє лише так чи інакше описати його, але не дає його пояснення. В зображенні явища чи об'єкта дослідження від самого початку передбачається певна цілісність.

Отже, **структура** - це **стійке відображення взаємних відносин елементів цілісного об'єкта (системи)**. Вихідними поняттями в аналізі структури об'єкта є поняття форми і змісту. З сучасної точки зору можна сказати, що форма - це структура змісту.

Безперечно, поняття «структура» пов'язане з поняттям «система»; останнє стосовно першого є першопочатковим і достатньо загальним. Коли відома система, то структура розглядається як деякий аспект системи, зокрема, як єдність її інваріантних властивостей. У процесі дослідження об'єкт спочатку подається як певна система, а потім виявляється закономірна картина стійких відношень елементів у ній. Важливими для описування систем є її структура та ієрархія.



Під структурою системи розуміють її стійку впорядкованість і зв'язки між елементами та підсистемами. Структура відтворює найсуттєвіші зв'язки між елементами та підсистемами, що мало змінюються при змінах у системі та забезпечують існування як системи, так і найважливіших її властивостей. Для визначення структури системи необхідно провести її послідовну декомпозицію, тобто виокремити в ній підсистеми всіх рівнів, які доступні аналізу, та їхні елементи, котрі відповідно до завдань дослідження не поділяються на складові частини.

Найважливішим завданням **декомпозиції є спрощення системи**, що є надто складною для розгляду та дослідження. Завдяки ієрархічності структура складних систем може бути подана через структуру їх частин - від підсистем до елементів.

Структура системи може характеризуватися типами зв'язків, які в ній переважають. Найпростішими зв'язками є паралельні та послідовні. Залежно від характеру внутрішньої організації системи та зв'язків між елементами виокремлюються основні типи структур, які можна зобразити графічно, у вигляді опису (вербально), матриць або іншими способами: лінійна (а), матрична (б), мережева (в), кістякова (г), ієрархічна (д), деревовидна (є) (рис. 2.1).

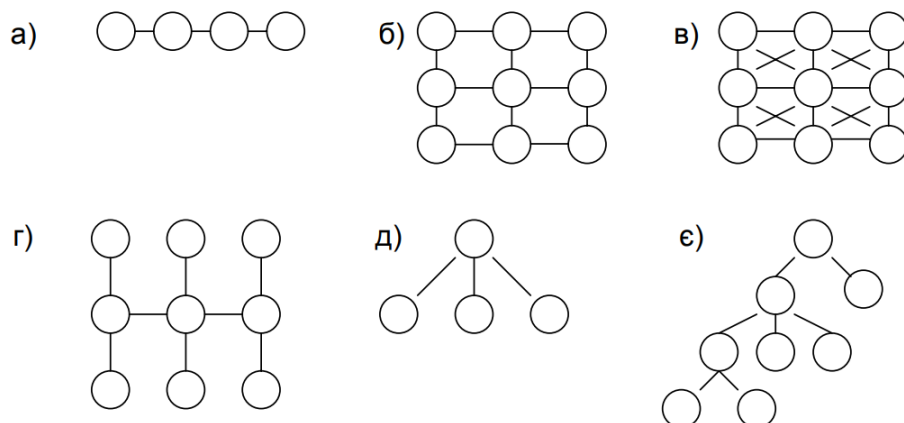


Рисунок 2.1. Основні типи структур системи

Системний підхід у науковому дослідженні передбачає наявність класифікації зв'язків, зокрема:

1. **Зв'язки взаємодії (координації)**, серед яких можна розрізнити зв'язки властивостей і зв'язки об'єктів. Особливий вид зв'язків взаємодії - це зв'язки **між окремими людьми**, а також **між колективами та соціальними групами**. Специфіка їх полягає в тому, що вони **опосередковуються цілями**, які ставить перед собою кожна зі сторін взаємодії. У цьому виді зв'язків можна розрізняти кооперативні та конфліктні. Слід зазначити, що зв'язки взаємодії – це найширший клас зв'язків, так чи інакше присутній у всіх інших типах зв'язків.



2. **Зв'язки породження** (генетичні), коли один об'єкт є основою, що породжує до життя інший об'єкт.

3. **Зв'язки перетворення**, серед яких можна розрізнити ті, котрі реалізуються через певний об'єкт, що забезпечує це перетворення, і ті, які реалізуються шляхом безпосередньої взаємодії двох або більше об'єктів, у процесі якої чи завдяки якій ці об'єкти разом або окремо переходять з одного стану в інший.

4. **Зв'язки побудови (структурні)**, котрі передбачають, що наявність одних елементів системи обумовлює необхідність інших елементів, які взаємодіють з першими.

5. **Зв'язки функціонування**, що забезпечують діяльність (функціонування) об'єкта або його життєдіяльність. Об'єкти, які поєднуються такими зв'язками, спільно виконують певну функцію, причому ця функція може характеризувати або один об'єкт, або більш широке ціле, стосовно якого й існує функціональний зв'язок цих об'єктів. У загальному вигляді зв'язки функціонування можна поділити на зв'язки стану (коли наступний стан є функцією від попереднього) та зв'язки функціональні (коли об'єкти пов'язані єдністю реалізованої функції).

6. **Зв'язки розвитку**, які можна розглядати як модифікацію функціональних зв'язків і зв'язків стану з тією різницею, що розвиток суттєво відрізняється від простої зміни стану. Розвиток описується як зміна станів об'єкта, що розвивається, однак основним змістом процесу при цьому є достатньо суттєві зміни в побудові об'єкта і формах його життєдіяльності. З цієї точки зору функціонування є рух у стані одного і того ж рівня, котре пов'язане з перерозподілом елементів, функцій і зв'язків в об'єкті; при цьому кожний наступний стан або безпосередньо визначається попереднім, або так чи інакше "перетворюється" всією побудовою об'єкта і не виходить за рамки його історії. Розвиток є не просто саморозкриття об'єкта, актуалізація закладених у ньому потенцій, а така зміна станів, в основі якої лежить неможливість збереження існуючих форм функціонування. Таким чином, системний об'єкт вимушений виходити на інший рівень функціонування, раніше недоступний або неможливий для нього, а умовою такого виходу є зміна його організації.

7. **Зв'язки управління**, які залежно від конкретного виду можуть утворювати різновид або функціональних зв'язків, або зв'язків розвитку.

Крім наведеної, **існують й інші класифікації зв'язків**, наприклад, суттєві і несуттєві, внутрішньосистемні та міжсистемні, взаємні та односторонні, суперечливі та несуперечливі, корисні та шкідливі, слабкі та тісні, важливі і неважливі, жорсткі та гнучкі.

Будь-який об'єкт (явище, процес) завжди може бути представлений як система. Для того, щоб на початковому етапі пізнання уявити об'єкт як систему, необхідно так чи інакше розчленувати його, виявити, наприклад, просторово відокремлені частини або інші форми розчленування, а потім



констатувати існування відносин цих частин у цілісній картині об'єкта. Подаючи об'єкт як систему, дослідник отримує попередню картину його складових частин у їх взаємовідносинах і взаємодії [5].

Система часто визначається як певна сукупність відносин підсистем або елементів, і таке визначення **сприяє чіткішому формулюванню завдання дослідження** з тим, щоб далі перейти до структурного аналізу системи. При цьому залежно від завдань теоретичного дослідження і попередніх даних емпіричного дослідження можна один і той же об'єкт подати у вигляді різних систем; тоді кількість варіантів системного подання об'єкта не має обмежень. Однак, подаючи його як систему, дослідник лише отримує можливість підійти до структури об'єкта, але ще не знає дійсної картини його структурних відносин. Подальший крок у пізнанні полягає в пошуках закономірностей системних відносин цілісного об'єкта.

Початково об'єкт постає як певна система властивостей, які характеризують зовнішні відносини об'єкта в його цілісних проявах. Вже тут існує системний розгляд, хоча ще невідома структура об'єкта, котра передбачає насамперед внутрішні відношення елементів. Перехід від системи цілісних властивостей до структури може здійснюватися за умови, якщо знайдено елементи та їхні стійкі відносини, котрі пов'язані з природою цих властивостей, що й дає змогу пояснити останні. Перехід від системи до структури може бути дуже тривалим процесом, в якому елементи системного і структурного аналізу переплетені та невід'ємні один від одного.

Власне, структурний аналіз системи розпочинається з виявлення складу системи, детального дослідження частин (елементів), визначення їх неподільності у певному відношенні, яке розглядається як структурне. Структурний аналіз веде від поняття частини до поняття елемента. При цьому спочатку виявляються частини системи, досліджується її склад, а далі уточнюються ці знання і здійснюється перехід до пошуку елементів. Може статися так, що частина й елемент - це один і той самий об'єкт, а їхні відмінності визначаються лише рівнем дослідження.

Виявляючи структуру об'єкта, його **насамперед розглядають як комплекс частин**. Далі виявляється елементність цих частин, що дає **початкову структурну характеристику системи**. Структурні відносини важливі не самі по собі, а лише тією мірою, якою вони характеризують **стійкість системи**, виявляючи **її структурний інваріант**. **Структура, таким чином, є стійкою єдністю елементів, їх відносин і цілісності системи**.

Розчленування об'єкта дослідження на елементи, їх відносини і виявлення цілісних властивостей об'єкта – це характерна риса наукового дослідження. Можна стверджувати, що для сучасних наукових досліджень є типовим структурний підхід. Пошуки структурних інваріантів – не менш вагоме завдання, ніж пошуки причини явищ. Знання структури системи є



знанням закону, за яким породжуються елементи системи і відносини між ними. Таким чином, структура - це стійкі взаємозв'язки елементів системи, що забезпечують її цілісність. **Структура є найконсервативнішою характеристикою системи:** хоча її стан змінюється, структура зберігається незмінною іноді дуже тривалий час. Якщо розглядати поняття «структура» у взаємозв'язку з категорією «мета», то структура - це спосіб досягнення мети [5].

Ціле (цілісність) є основним поняттям системного підходу і системного аналізу. В теоретичній формі проблема цілісності була висунута античною філософією. Однак сама по собі констатація цілісного характеру певного досліджуваного об'єкта виступає лише як загальна ідея і ще не відкриває шляхи для дослідження специфіки цих об'єктів.

У багатьох системних дослідженнях мова йде про цілісне уявлення об'єкта, фактично ж поняття цілісності стосується при цьому не стільки самої системи, скільки способу її дослідження. У цьому розумінні воно є виразом вимоги особливого опису системи загалом, на відміну від опису її окремих елементів (неадитивність системи), а також підкреслюється особлива відокремленість системи від оточення (зовнішнього середовища), в основі якого є внутрішня активність системи.

Системний підхід передбачає прагнення побудувати цілісну картину об'єкта і характеризується наступними положеннями:

1. При дослідженні об'єкта як системи опис елементів не має самодостатнього характеру, оскільки **елемент описується** не сам по собі, а **з урахуванням його місця, ролі та функцій у системі.**

2. Кожний **елемент** у системному дослідженні **володіє одночасно різними характеристиками, параметрами, функціями і принципами побудови.** Одним із проявів цього є ієрархічність побудови системи, що робить особливо складною проблему пошуку специфічних механізмів взаємо-зв'язку різних рівнів системного об'єкта. Конкретною (хоча й не єдиною) формою реалізації цього взаємозв'язку є управління системою, саме тому проблема дослідження процесів управління виникає у будь-якому системному дослідженні.

3. **Дослідження системи** здійснюється у поєднанні з дослідженням **зовнішнього середовища**, умов її існування (функціонування), входів і виходів.

4. Специфічною для системного підходу є **проблема породження властивостей цілого з властивостей елементів** і, навпаки, породження властивостей елементів із характеристик цілого.

5. Як правило, у системному дослідженні **недостатньо здійснити суто причинні пояснення функціонування і розвитку об'єкта.**

6. **Джерело перетворення системи** або її функцій знаходиться, як правило, **в межах системи**, оскільки це пов'язано з доцільним характером її поведінки. При цьому суттєвою рисою багатьох системних об'єктів є те, що вони не просто системи, а самоорганізуючі системи. Це



обумовлює припущення наявності в системи (або її елементів) певної множини індивідуальних характеристик і ступенів волі [5].

Елементом системи називають її частину, котра: 1) виконує специфічну функцію і 2) неподільна з погляду завдання, що розв'язується. Внутрішня структура елементів не є предметом системного аналізу. Важливі лише властивості елемента, які визначаються його взаємодією з іншими елементами системи та справляють вплив на її поведінку.

Для кожної системи поняття «елемент» не є абсолютним, однозначно визначеним, оскільки досліджувана система може розчленовуватися суттєво відмінними способами, і говорити про елемент можна лише стосовно одного визначеного способу, оскільки інший спосіб розчленування може призвести до виокремлення іншого утворення як елемента.

При заданому способі розчленування **під елементом розуміється такий мінімальний компонент системи, сукупність яких складається безпосередньо або опосередковано у систему.** Оскільки елемент є своєрідною межею можливого розчленування об'єкта, його власна будова (або склад) переважно не береться до уваги при характеристиці системи, тобто складові елемента не розглядаються як її компоненти.

Можна стверджувати, що в загальному випадку елемент не може бути описаний поза його функціональними характеристиками; з точки зору системи **важливо не те, з чого складається елемент, а те, для чого слугує він у рамках цілого.**

В системі, яка є органічним цілим, **елемент** визначається передусім за його функціями як **мінімальна одиниця**, що здатна до відносно самостійного здійснення (виконання) **певної функції**. З такою функціональною характеристикою пов'язано уявлення про активність, самодіяльність елемента в системі, причому ця активність розглядається однією з вирішальних його характеристик.

Підсистемою називають сукупність елементів, які об'єднані єдиним процесом функціонування та при взаємодії реалізують певну функцію чи операцію, що необхідні для досягнення поставленої перед системою мети.

Надсистемою називають систему вищого рівня ієрархії, ширшу, глобальну систему, в яку досліджувана входить як складова частина [1, 5].

2.2 Характеристика етапів системного аналізу

Методики, що реалізують принципи системного аналізу, спрямовані на формалізацію процесу дослідження системи, процесу постановки і розв'язання проблеми. Загальним для всіх методик є формування варіантів подання системи, розв'язання завдання та вибір кращого



варіанта. На кожному етапі використовуються різноманітні методи і прийоми, зміст яких залежить від сутності завдання. При цьому існують основні структурні елементи, основна послідовність: **«мета - способи досягнення мети – ресурси»**. У цьому випадку системний аналіз складається з таких етапів:

- формулювання проблеми;
- ідентифікація призначення системи;
- ідентифікація змінних і взаємозв'язків між ними;
- ідентифікація функцій і структури системи;
- ідентифікація оточення (зовнішнього середовища) системи;
- генерація та визначення альтернативних потоків;
- оцінювання ресурсів, необхідних для реалізації можливих варіантів;
- визначення наявності ресурсів;
- оцінка ефективності варіантів і вибір прийнятної альтернативи;
- реалізація (впровадження) обраної альтернативи та корегування

дій.

У процесі системного аналізу мета, як правило, структурується наступним чином: **«цілі - функції - проблеми»**. Отже, відповідно можна виділити наступні етапи системного розв'язання певної проблеми:

- виявлення цілі (цілей);
- встановлення функцій і критеріїв;
- виявлення проблем;
- діагноз і пошук рішення;
- оцінка і вибір альтернатив;
- узгодження та затвердження рішення;
- підготовка та реалізація рішення;
- перевірка ефективності рішення;
- визначення наявних і необхідних ресурсів для досягнення цілей;
- генерування альтернатив і сценаріїв.

У найбільш загальному випадку деталізований опис системного аналізу складається з 12 етапів [5].



Деталізований опис етапів системного аналізу

1 етап. Аналіз проблеми

1. Визначення проблеми.
2. Точне формулювання проблеми.
3. Аналіз логічної структури проблеми.
4. Аналіз розвитку проблеми (в минулому і майбутньому).
5. Визначення зовнішніх зв'язків проблеми.
6. Виявлення принципової можливості вирішення проблеми.

2 етап. Визначення системи

1. Специфікація завдання (формулювання завдання).
2. Визначення позиції дослідника.
3. Визначення об'єкта.
4. Виокремлення елементів (визначення меж розчленування системи).
5. Визначення середовища.

3 етап. Аналіз структури системи

1. Визначення рівнів ієрархії.
2. Визначення підсистем.
3. Визначення процесів і функцій.
4. Визначення процесів управління і каналів інформації.
5. Визначення зв'язків і функцій поточної діяльності (рутинних) і розвитку (цільових).

4 етап. Формулювання загальної цілі та критерію системи

1. Визначення цілей, вимог надсистеми.
2. Визначення цілей та обмежень середовища.
3. Формулювання загальної цілі.
4. Формулювання загального критерію.
5. Декомпозиція цілей і критеріїв за підсистемами.
6. Композиція загального критерію з критеріїв підсистем.

5 етап. Декомпозиція цілі, виявлення потреби у ресурсах

1. Формулювання цілей вищого рангу.
2. Формулювання цілей у підсистемах.
3. Формулювання цілей ефективності.
4. Формулювання цілей розвитку.
5. Формулювання зовнішніх цілей та обмежень.
6. Виявлення потреб у ресурсах.

6 етап. Виявлення ресурсів, композиція цілей

1. Оцінка існуючих технологій і потужностей.
2. Оцінка сучасного стану та наявності ресурсів.
3. Оцінка реалізованих і запланованих проектів.
4. Оцінка можливостей взаємодії з іншими системами.
5. Оцінка соціальних проектів.
6. Композиція цілей.

7 етап. Прогноз та аналіз майбутніх умов

1. Аналіз стійких тенденцій розвитку системи.
2. Прогноз розвитку і зміни середовища.
3. Передбачення появи нових факторів, які впливають на розвиток системи.
4. Аналіз ресурсів майбутнього.
5. Комплексний аналіз взаємодії факторів майбутнього розвитку.
6. Аналіз можливих змін цілей і критеріїв.



8 етап. Оцінка цілей і засобів

1. Розрахунок кількісних оцінок з визначеного критерію.
2. Оцінка взаємозалежностей цілей.
3. Оцінка відносної важливості цілей.
4. Оцінка дефіцитності і вартості ресурсів.
5. Оцінка впливу зовнішнього середовища.
6. Розрахунок комплексних (інтегральних) оцінок.

9 етап. Відбір варіантів

1. Аналіз цілей на сумісність.
2. Перевірка цілей на повноту.
3. Відсікання надлишкових цілей.
4. Планування варіантів досягнення окремих цілей.
5. Оцінка і порівняння варіантів.
6. Сполучення комплексу взаємопов'язаних варіантів.

10 етап. Діагностування існуючої системи

1. Моделювання технологічних та економічних процесів.
2. Розрахунок потенційних і фактичних потужностей.
3. Аналіз втрачених потужностей.
4. Виявлення недоліків організації виробництва й управління.
5. Виявлення заходів щодо удосконалення організації.

11 етап. Розробка комплексної програми розвитку

1. Розробка програм, проектів, заходів.
2. Визначення черговості цілей та заходів щодо їх досягнення.
3. Розподіл сфер діяльності.
4. Розподіл сфер компетенції.
5. Розробка комплексного плану заходів з урахуванням обмежень за ресурсами і часом.
6. Розподіл заходів між відповідальними організаціями, керівниками та виконавцями

12 етап. Проектування організації для досягнення цілі

1. Визначення цілей організації.
2. Формулювання функцій організації.
3. Проектування організаційної структури.
4. Проектування інформаційної підсистеми.
5. Проектування режимів роботи.
6. Проектування соціальної підсистеми.

На **першому етапі** необхідно з'ясувати, чи існує проблема взагалі, щоб не витратити багато часу та зусиль для розв'язання псевдопроблеми, а також правильно і точно сформулювати проблему.

На **другому етапі** проблема піддається декомпозиції, тобто формується комплекс чітко сформульованих завдань, визначається позиція спостерігача стосовно об'єкта дослідження, критерії декомпозиції, виокремлюються підсистеми, окреслюється зовнішнє середовище.

Третій етап передбачає вивчення структури системи, її функцій і процесів, їхню специфікацію (виокремлення рутинних процесів і процесів розвитку).



Четвертий етап полягає у формулюванні мети системи, декомпозиції цілей, їх узгодженні із засобами досягнення.

На п'ятому та шостому етапах формуються цілі різних рівнів ієрархії, зовнішні обмеження, виявляються потреби в ресурсах для реалізації цілей, здійснюється композиція цілей.

Оскільки системний аналіз застосовується переважно для розв'язання стратегічних проблем, на **сьомому етапі** необхідно врахувати майбутнє (ресурси, цінності, технології тощо), тобто здійснити прогнозування.

Восьмий етап передбачає оцінювання за встановленими критеріями різних факторів, що впливають на систему: соціальних, економічних, політичних, моральних тощо, а також кількісну оцінку цілей і ресурсів.

Дев'ятий етап має на меті коригування цілей і порівняння різних варіантів розв'язання проблеми, приведення їх у відповідність з наявними ресурсами.

Системний аналіз призначений для покращення функціонування існуючих систем, тому важливим **десятий етап**, який передбачає діагноз стану системи із застосуванням різноманітних методів аналізу та моделювання.

Одинадцятий та дванадцятий етапи спрямовані на виявлення важливих проблем управління системою, розробку комплексу заходів, що повинні реалізуватися для досягнення поставленої мети, при цьому може виникнути необхідність у проектуванні додаткових структур управління або перепрофілюванні вже існуючих.

Використання широкого кола експертів з різних галузей знань і сфер діяльності забезпечує різноаспектний, різносторонній розгляд проблеми, дає змогу виконати її декомпозицію, виявити зв'язки з іншими проблемами. Метод сценаріїв можна використовувати на різних етапах системного аналізу, коли необхідно зібрати і впорядкувати різноманітну та неструктуровану інформацію, хоча в більшості випадків цей метод є ефективним на 7, 10 – 12 етапах [5].

2.3 Методи системного аналізу

В сучасних умовах актуальним є завдання – **репрезентувати майбутнє**, яке не **можна інтерпретувати як звичайне продовження минулого**, тому що це майбутнє набуватиме принципово інших форм та структур.

Слід зауважити, що універсальних і завершених вирішень цієї проблеми на сьогодні немає, є лише спроби будувати можливі сценарії розвитку тих чи інших явищ у майбутньому. Але принциповою відмінністю при розв'язанні таких завдань є те, що використовувані для цього методи за своєю сутністю мають не кількісний, а якісний характер. До того ж, деякі



з них відомі вже досить давно як такі, що розробляли і використовували для розв'язання спеціальних, предметно орієнтованих завдань.

Відомі методи якісного характеру, які так чи інакше можна використовувати на окремих етапах передбачення явищ майбутнього. Але в повному обсязі жоден із таких методів не розв'язує означеної проблеми [5].

Незаперечним є той факт, що технологічні зміни в суспільстві впливають на розвиток всіх інших його сфер. Так, свого часу винайдення парової машини, відкриття електричного струму та революційні **зміни в галузі інформаційних і комунікаційних технологій** суттєво позначилися на **суспільному розвитку**. Наприклад, сучасні інформаційні й комунікаційні технології сприяють не лише радикальним перетворенням у структурі торгівлі, а й докорінно змінюють усю економічну діяльність суспільства. Зокрема, основою у сфері інформаційних технологій є розроблення сучасного математичного та програмного забезпечення. Тому **знання стають найважливішим виробничим чинником при створенні нових інформаційних технологій**.

У процесі розв'язання складних проблем застосовуються відповідні методи, тобто систематичні процедури або техніки генерації описань компонентів системи. Одним із таких методів є метод аналізу ієрархій, який ґрунтується на ієрархічному представленні елементів, що визначають суть проблеми. Проблема розбивається на простіші складові з наступним оцінюванням ступеня взаємодії елементів отриманої ієрархічної структури з використанням принципу ідентичності і декомпозиції. Застосування цього методу визначається характером зв'язків між критеріями й альтернативами, при цьому можливі два варіанти зв'язків: перший варіант кожний критерій зв'язаний з усіма альтернативами, другий – кожний критерій зв'язаний з певними альтернативами.

У процесі системного аналізу здійснюється попарне порівняння альтернатив, порівняння альтернатив зі стандартами та копіюванням. Останні два підходи застосовуються у тих випадках, коли відсутні кількісні оцінки альтернатив за відповідними критеріями. **Побудова ієрархії починається з визначення мети (корінь ієрархії), проміжних рівнів (аспекти мети, критерії і т.д.), а також альтернатив (найнижчий рівень ієрархії)**.

Для виявлення і структуризації важких для розуміння та дослідження проблем, котрі характеризуються великою кількістю і складним характером взаємозв'язків, доцільно застосовувати **метод «дерева цілей» або «дерева рішень»**. Цей метод орієнтований на отримання повної та відносно стійкої структури цілей, проблем, функцій, напрямків, тобто такої структури, яка мало змінюватиметься протягом певного терміну. Цілі (рішення) мають ієрархічний характер, при цьому цілі

(рішення) вищого рівня не можуть бути досягнуті, поки не досягнуті цілі (рішення) найближчого нижнього рівня. **З переміщенням на нижчі рівні ієрархії цілі (рішення) конкретизуються.** У процесі побудови та використання «дерева цілей» або «дерева рішень» необхідно прагнути їх чітко і конкретно формулювати, забезпечити можливість кількісного чи порядкового оцінювання ступеня їхньої реалізації. Якщо цей процес зобразити графічно, то отримаємо, наприклад, наступне «дерево цілей» (рис. 2.2).

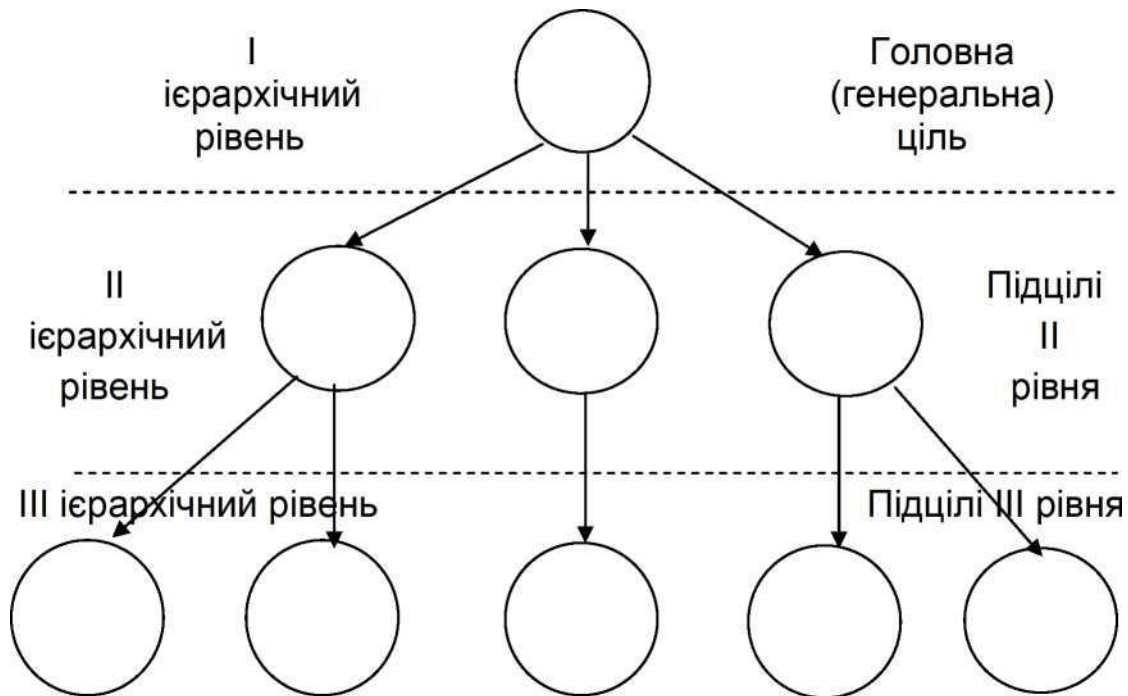


Рисунок 2.2. Граф «дерева цілей»

Головним результатом застосування цього методу є те, що він **дає можливість поділу головного (генерального) завдання (цілі) на сукупність простіших завдань**, для розв'язання яких існують певні методи та прийоми. Послідовний поділ мети дослідження на підпроблеми є важливим етапом системного аналізу. Такий поділ необхідно продовжувати доти, поки не отримуються прості, досить очевидні завдання, котрі можна реалізувати відомими способами і методами.

Метод побудови «дерева цілей» – це ефективний і дуже поширений спосіб вирішення слабо структурованих проблем і завдань у різних галузях економіки при дослідженні й удосконаленні організаційних структур, проведенні наукових досліджень тощо [5].

Отже, в **процесі побудови «дерева цілей»** як методу наукового дослідження на **першому етапі необхідно:**

- чітко визначити і сформулювати головну мету (ціль або декілька цілей) дослідження;

- визначити цілі другого порядку та завдання дослідження;
- виявити інформацію про параметри системи та зовнішнього середовища, які досліджуються;
- визначити допущення й обмеження, в рамках яких проводиться дослідження та розв'язується проблема.

Другий етап полягає у визначенні критеріїв та обмежень. Під критеріями розуміють певні кількісні параметри цілей (підцілей, завдань), які повинні точніше їх характеризувати. Найпоширенішими критеріями, наприклад, при аналізі ефективності функціонування економічних систем є прибуток, собівартість продукції, обсяги її збуту, конкурентоспроможність тощо.

Третій етап – генерування альтернатив, тобто гіпотез про можливі шляхи та способи досягнення визначеної мети. Генерування альтернатив є творчим процесом, при цьому застосовують різні методи (процедури): метод мозкового штурму, метод «Дельфі», інші методи експертних оцінок, сценарний аналіз, ділові ігри тощо.

Розглянемо деякі методи, які можна використовувати для виконання комплексу робіт з технологічного передбачення, але зазначимо, що жоден з них сам по собі не розв'язує цієї проблеми. Ці методи можна розглядати як складові системної методології, яка визначає послідовність їх використання, взаємозв'язки між ними і, в цілому, формує процес технологічного передбачення.

Вони ґрунтуються на так званих висновках експертів у конкретній сфері знань. Тобто основними вихідними даними для використання таких методів є оцінки значень тієї чи іншої змінної, які дають експерти. З цього погляду методи, про які йтиметься далі, належать до так званих методів якісного аналізу, незалежно від використання математичних моделей чи навіть кількісних обчислень для обробки окремих сегментів інформації.

Методи якісного аналізу в комплексі робіт з технологічного передбачення застосовують на чотирьох різних етапах:

- 1-й етап – попереднє вивчення проблеми;
- 2-й етап – якісний аналіз проблеми;
- 3-й етап – написання сценаріїв;
- 4-й етап – оцінювання реалістичності сценаріїв.

На етапі попереднього вивчення проблеми аналізують її характерні особливості, визначають напрями (або фокуси чи платформи) досліджень, формулюють найважливіші критерії для обраної проблеми. Методи, які для цього використовують, за своєю сутністю та організаційною формою є досить простими. Але їх коректне застосування на вказаному етапі має суттєве значення, оскільки втрата важливої інформації на цьому етапі призведе до значних помилок та невиправданих витрат при виконанні усього комплексу робіт з технологічного передбачення [2, 5].



Наведемо два основних методи, характерних для етапу попереднього вивчення проблеми: Метод сканування та Метод мозкового штурму.

Метод сканування. Використовують при першому «осмисленні» проблеми, що виникла, в широкому діапазоні (фокусі) ідей та підходів, які можуть застосовуватися для її вирішення. Як правило, цей метод застосовують для попереднього вивчення нових проблем, щодо яких відсутній досвід практичного вирішення.

Процедура, яку покладено в основу методу сканування, полягає в наступному:

1. **Створення групи експертів** – фахівців у предметній галузі, до якої належить нова проблема.

2. **Кожен експерт має «згенерувати» ідею** стосовно способу чи підходу до вирішення проблеми або охарактеризувати цю проблему. Висловлювання експертів оформляють у вигляді анотацій концептуального характеру. **На цьому етапі ідеї**, висловлені кожним експертом, **не обговорюють**. Інколи перевагу віддають анонімному способу висловлювання та накопиченню ідей експертів.

3. Люди, що мають приймати рішення (частина з яких могла належати до групи експертів), **розглядають всі анотації експертів**. Метою цього розгляду є **кластеризація** (розподіл на групи) усіх «згенерованих» експертами ідей.

4. Люди, що приймають рішення, з усієї множини кластерів, відбирають так звані конструктивні кластери, які вивчають та використовують на наступних етапах передбачення [5].

Метод мозкового штурму. Призначений для глибокого та інтенсивного дослідження проблеми у вузьких напрямках, діапазонах чи фокусах ідей та підходів. Спочатку визначають вузькі напрямки, наприклад, шляхом кластеризації із застосуванням методу сканування.

Процедура методу мозкового штурму зводиться до таких заходів:

1) сформулювати проблему в заданому вузькому фокусі (вузька постановка проблеми);

2) створити групу експертів – фахівців у вузькій галузі знань відповідно до сформульованої проблеми;

3) в умовах обмеженого часу та заданого переліку критеріїв експерти мають «згенерувати» множину ідей та підходів до вирішення проблеми для визначеного діапазону можливих рішень і віднести їх до часової перспективи дослідження. Обговорення сформульованих ідей з огляду на їх переваги та недоліки не проводиться. Інколи роботу експертів організовують в анонімному режимі, щоб забезпечити незалежність висновків кожного з них;

4) укрупнено поділити «згенеровані» ідеї на дві категорії: такі, що важливі для майбутнього (наприклад, на період, не менше 5 років), та ті,



що актуальні лише в поточний момент часу, і тому не використовуються в передбаченні;

5) відібрати та задокументувати ті ідеї і підходи до вирішення проблеми, які будуть застосовуватися на наступних етапах передбачення. Такий відбір може здійснювати інша група людей, відповідальних за прийняття рішень. Ця група задає перелік критеріїв, з урахуванням яких експерти мають «згенерувати» свої ідеї та підходи.

Наведемо основні критерії, характерні для методу мозкового штурму:

- існуючі та потенційні ринки для створюваної продукції і технологій, що залучені до конкуренції;
- соціальна та культурна придатність створюваних технологій і найважливіші стимули;
- інтереси в підтриманні конкурентоспроможності продукції;
- вразливість та ризику індустріальної залежності продукції;
- внесок відповідно до національних потреб;
- взаємозв'язки з національною промисловістю;
- можливість впровадження технології у національну промисловість та її всебічне визнання;
- стійкість проти глобального впливу конкуренції тощо.

Отже, на етапі попереднього вивчення проблеми доцільно використовувати **обидва наведені методи** [3, 4, 5].

При першому ознайомленні з проблемою застосовують **метод сканування з метою формулювання та кластеризації всіх конструктивних ідей і підходів до її вирішення в широкому діапазоні розгляду**. Після цього **за допомогою методу мозкового штурму для кожного з попередньо визначених напрямів досліджень**, які відповідають своєму кластеру, **вивчають проблему з урахуванням групи заданих критеріїв** (у вузькому фокусі розгляду). Відібрані та задокументовані ідеї і підходи до вирішення сформульованої проблеми далі використовують для підготовки рішень на наступних етапах передбачення.

На етапі якісного аналізу проблеми застосовують іншу групу методів. Наведемо найвідоміші з них: Метод Делфі, Метод перехресного впливу, Метод Сааті, Метод морфологічного аналізу, Метод сценаріїв, Метод комісій [5].

Метод Делфі - метод швидкого пошуку рішень, заснований на їх генерації в процесі мозкової атаки, яку вели групою фахівців, і відбору кращого рішення виходячи з експертних оцінок. Дельфійський метод використовується для експертного прогнозування шляхом організації системи збору та математичної обробки експертних оцінок.



Метод Дельфі (інші назви: «Дельфійський метод», «Метод дельфійського оракула») з'явився в 1950-1960 роки в США. Розроблений корпорацією RAND, авторами є О. Хелмер, Т. Гордон та інші.

Метод Дельфі є методом експертних оцінок, який включає генерацію ідей в процесі обговорення, проведеного групою фахівців, і відбору кращого рішення виходячи з експертних оцінок. Метод використовується для експертного прогнозування. Цей метод застосовується при невизначеності значущості факторів.

Метод Дельфі є найбільш формальним з усіх методів експертного прогнозування і найчастіше використовується в технологічному прогнозуванні, дані якого застосовуються потім у плануванні виробництва і збуту продукції.

Суть методу Дельфі. Метою методу Дельфі є одержання узгодженої максимально достовірної інформації для прийняття правильного рішення.

Метод Дельфі - спосіб вибору та оцінки рішення з проблем, за якими відчувається брак інформації.

Метод Дельфі дозволяє врахувати незалежну думку з обговорюваного питання всіх учасників групи експертів і прийти до єдиного рішення, послідовно об'єднуючи ідеї, пропозиції і висновки.

Даний метод полягає в послідовному здійсненні процедур, спрямованих на формування групової думки з різних питань.

Метод Дельфі ґрунтується на принципі: незалежні експерти (у більшості випадків незв'язані і навіть не знають один про одного) можуть набагато краще оцінити і передбачити результат, ніж спеціально організований колектив.

Виявлення переважаючих суджень за допомогою методу Дельфі дозволяє зблизити точки зору експертів. Разом з тим враховується, що, незважаючи на зближення оцінок, відмінність буде існувати і в кінці опитування [5].

Метод Дельфі здійснюється в кілька етапів.

Попередній. На цьому етапі формують групу експертів, що складається з фахівців, компетентних в обговорюваному питанні, і організаційну (робочу, аналітичну) групу для збору та узагальнення думок експертів.

Основний. На цьому етапі експертам розсилається питання. Організаційна група відбирає найбільш часто зустрічаються, таким чином складається загальний опитувальник, який розсилається експертам. Далі експертам пропонується відповісти на питання: чи можна додати ще щось; чи достатньо інформації; чи є додаткова інформація з питання.

У підсумку на основі їх відповідей, складається наступний опитувальник, який знову розсилається експертам, для того, щоб вони дали свій варіант вирішення і розглянули найбільш крайні точки зору, висловлені іншими експертами. Експерти повинні оцінити проблему по



аспектам: ефективність, забезпеченість ресурсами, якою мірою відповідає початкової постановці завдання. Отже виявляються переважаючі судження експертів, зближуються їх точки зору. Всі експертів знайомлять з доводами тих, чиї судження сильно відрізняються від думки більшості. Після цього всі експерти можуть змінювати думку, а процедура повторюється до тих пір, поки не досягається узгодженість між експертами, або не встановлюється відсутність єдиної думки з проблеми. При вивченні причини розбіжностей в оцінках експертів виявляються непомічені раніше аспекти проблеми, і фіксується увагу на ймовірні наслідки розвитку аналізованої проблеми або ситуації.

Аналітичний. На цьому етапі проводиться перевірка думок експертів, аналіз отриманих висновків, обробка результатів статистичними методами, узагальнюються експертні висновки, розробляються і видаються кінцеві практичні рекомендації з поставленої проблеми.

Отже, **основними особливостями методу Дельфі** є:

анонімність висловлювань;

наявність оберненого зв'язку, що реалізується за допомогою багатокрокового опитування [5].

Метод перехресного впливу Метод перехресного впливу. Цей метод на першому етапі його застосування також ґрунтується на використанні висновків експертів щодо подій, які могли б охарактеризувати майбутнє на певному відрізку часу. Наприклад, якщо потрібно передбачити розвиток індустрії телекомунікацій, насамперед слід визначити, які важливі події майбутнього найповніше відобразатимуть сценарії розвитку даного сектора промисловості.

Гіпотетичним прикладом такої події може бути поява мобільного телефону нового покоління, який узяв би на себе більшість інформаційних потреб людини (потреби зв'язку, медично-моніторингові, тобто спостереження за станом людини на відстані, інформаційно-довідкові, обчислювальні, організаційно-управлінські тощо). Подія такого значення, без сумніву, суттєво вплинула на галузь інформаційних технологій, оскільки в неї вкладають мільярди доларів.

Як тільки буде визначено найважливіші події P_i , $i = 1, \dots, N$, що можуть адекватно охарактеризувати сценарії майбутнього у конкретному секторі промисловості, оцінюють імовірності здійснення кожної з цих подій. Їх визначають як прості чи вихідні імовірності. Наступним кроком є побудова так званої матриці перехресного впливу. Вона має розмірність $N \times N$, де N – кількість вибраних подій. Ця матриця визначає взаємний вплив подій.

Наприклад, якщо робили передбачення щодо розвитку умовної галузі промисловості, для якої було визначено чотири важливі майбутні події, то матриця перехресного впливу (як приклад) може мати вигляд, показаний на рис. 2.3 [5].



Подія	Результат впливу			
	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4
Π_1		▬	↑	▬
Π_2	▬			↑
Π_3	▬			
Π_4	▬	↑	▬	


Рисунок 2.3. Матриця перехресного впливу

З наведеної матриці видно, що перша подія (Π_1) впливає на третю подію (Π_3). Друга подія (Π_2) впливає на четверту (Π_4), яка у свою чергу впливає на Π_2 .

Після цього оцінюють імовірності того, що означені події відбудуться:

$$(P^{\Pi}(\Pi_i)), \quad i=1,\dots,N$$

Потім використовують методи моделювання складних систем, зокрема метод імітаційного моделювання, метод стохастичного моделювання та деякі інші. Після того, як отримано оцінки імовірностей ($P^{\Pi}(\Pi_i)$), $i=1,\dots,N$, здійснюють ще один етап моделювання, застосовуючи наведені методи для отримання оцінок кожного можливого сценарію, що виникає:


$$(P^C(C_j)), \quad j=1, \dots, 2^N.$$

Кількість цих оцінок визначають числом 2^N .

Зазначимо, що наведений метод на першому етапі фактично базується на методі Делфі, результати якого використовують для обчислення оцінок імовірностей можливих сценаріїв розвитку майбутнього відповідно до описаної процедури. Набір найімовірніших сценаріїв і складає основу для передбачення майбутнього [5].

Метод Сааті. Розроблений американським математиком Томасом Л. Сааті (Thomas L. Saaty) і базується на його відомих результатах у галузі неструктурованого прийняття рішень (Non-structured Decision Making). Метод Сааті, на ранніх етапах його застосування (початок 90-х років), розглядався виключно як допоміжний інструмент для прийняття рішень, пізніше його почали використовувати для розв'язання задач візуалізації майбутнього, що робить його досить цікавим для технологічного передбачення.

На відміну від інших методів, використовуваних у цій сфері знань, в основу методу Сааті покладено умову «фокусування» або «сходження» до чогось єдиного стосовно висновків експертів і дій багатьох виконавців складного процесу, що передбачається. Тобто у цьому випадку метод ґрунтується на «причинній» перспективі процесів, що є основою для розроблення сценаріїв майбутнього.

Для цього при побудові моделі, призначеної для розрахунку імовірностей виникнення кожного можливого сценарію в майбутньому, застосовують так звані ієрархічні мережі. Причому на першому етапі група фахівців, яка керує дослідженнями, має, принаймні вербально (у словесній формі), визначити, що насправді являють собою можливі сценарії майбутнього.

Імовірність виникнення або міру невизначеності кожного можливого сценарію визначають, застосовуючи алгоритми цього методу та моделі

ієрархічних мереж [5]. Модель ієрархічної мережі (як приклад), яку використовують для такого типу задач, показано на рис. 2.4.

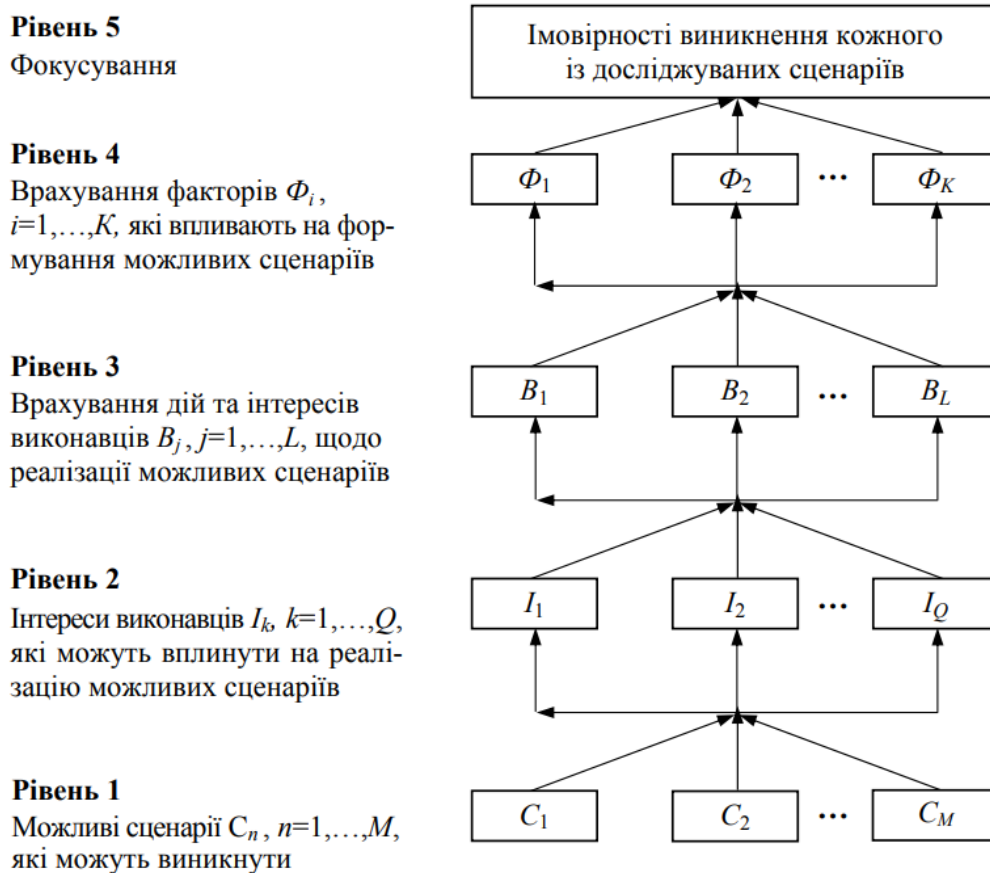


Рисунок 2.4. Модель ієрархічної мережі Сааті

Метод морфологічного аналізу. Цей метод запропонував у 1969 р. швейцарський математик і астроном Фріц Звіскі (Fritz Zwicky) для вивчення нових геометричних форм, яких можуть набувати створювані технологічні системи. Метод базується на системному підході і з цього погляду потребує ідентифікації так званих характеристичних параметрів $\Pi_i, i = 1, \dots, K$ для систем, що вивчаються.

Розглянемо, зокрема, випадок, коли роблять інвестування в автомобільну галузь для створення нового покоління автомобілів. При цьому передусім слід визначитися з групою характеристичних параметрів, які найбільше впливають на досягнення нових вихідних даних створюваного автомобіля.

Наприклад, деякі з важливих характеристичних параметрів можуть бути закладені в такі блоки автомобіля: П1 – рухома система (колеса та інше); П2 – система гальмування; П3 – двигун; П4 – система передач; П5 – комп’ютерна система керування; П6 – система електричного живлення.



Після задання набору характеристичних параметрів необхідно визначитися із множинами значень кожного з них або з так званими можливими морфологічними просторами [5].

Наприклад, для характеристичного параметра ПЗ – двигун можливий морфологічний простір має такий вигляд:

$$M\{ПЗ\} = \{\text{внутрішнього згоряння; електричний; турбоелектричний}\}.$$

Спільний можливий морфологічний простір для створюваної системи визначають як перетин можливих морфологічних просторів для всіх характеристичних параметрів:

$$M\{\text{системи}\} = M\{П_1\} \cap M\{П_2\} \cap \dots \cap M\{П_K\}.$$

Нехай для умовного автомобіля має місце така кількість характеристичних параметрів:

$$П_1 = 2; П_2 = 3; П_3 = 3; П_4 = 4; П_5 = 4; П_6 = 5.$$

Тоді морфологічний простір буде складати $2 \times 3 \times 3 \times 4 \times 4 \times 5 = 1440$ можливих рішень.

Із можливого морфологічного простору створюваної системи, $M\{\text{системи}\}$, виділяється так званий морфологічний **простір реального досягнення** $M_{рд}\{\text{системи}\} \subseteq M\{\text{системи}\}$, у якому розв'язками залишаються лише елементи, яких можна реально досягти. Отже, застосовуючи метод морфологічного аналізу, проблему технологічного передбачення можна розв'язати тоді, коли елементи можливих морфологічних просторів для різних характеристичних параметрів є сумісними, тобто перетин цих просторів не дорівнює порожній множині \emptyset .

У результаті виконання етапу якісного аналізу проблеми виробляють якісні оцінки або попередні сценарії, які використовують на наступному етапі передбачення, що полягає у написанні узагальнених сценаріїв, аналізі та оціненні їх реалістичності з метою підготовки остаточних рішень.

Цей етап є інтегральним у комплексі робіт з передбачення в тому розумінні, що об'єднує попередні якісні оцінки, сценарії, побудовані за допомогою різних методів якісного аналізу, а також висновки, оцінки і рекомендації людей, які власне й створюють остаточні сценарії.

Етап написання сценаріїв включає елемент творчості і певної довільності, оскільки створення картини майбутнього залежить від досвіду, професійності, інтуїції і багатьох інших якостей людей, які виконують цю важливу і відповідальну роботу. При цьому не існує і не може існувати суворої формальної процедури чи чітко встановленого



формату для розроблення сценаріїв. Можна говорити лише про набір правил та послідовність їх використання при написанні узагальнених сценаріїв [3, 5].

Метод сценаріїв передбачає, що способи та процедури підготовки й узгодження уявлень про проблему чи об'єкт, які досліджуються, викладені у письмовому вигляді (сценарій). Спочатку цей метод припускав підготовку тексту, що містить логічну послідовність подій чи можливі варіанти розв'язання проблеми. Однак пізніше **сценарієм стали називати будь-який документ, який містить аналіз проблеми та пропозиції щодо її розв'язання, а також напрямки розвитку об'єкта як системи**. Як правило, сценарій готується кожним експертом окремо, а потім думки експертів узгоджуються.

Метод сценаріїв ґрунтується на передумові, що **розходження в думках експертів залежать від суперечливої початкової інформації про проблему**, їхні цілі та завдання в процесі розв'язання проблеми, тобто, якщо експерти досягають консенсусу з багатьох припущень, то найімовірніше вони досягнуть його при розробці плану дій для досягнення усвідомлених цілей.

Цей метод переважно реалізується впродовж чотирьох етапів.

На **першому етапі експерти уточнюють припущення**, що відповідають їхнім стратегіям при розв'язанні проблеми. Повний перелік припущень, узгоджений з цілями системи та індивідуальними цілями експертів, є достатньо чітким відображенням проблеми.

На **другому етапі вивчаються контрпропозиції** з метою виявлення, чи можуть вони слугувати ґрунтом для принципово нового формулювання проблеми або повністю нової стратегії.

На **третьому етапі** проводяться переговори з метою **об'єднання всіх пропозицій і стратегій** шляхом досягнення угоди (узгодженої думки експертів), яку можна вважати синтезованою основою для вдосконалення формулювання проблеми.

На **четвертому етапі формується узгоджена стратегія**, що базується на множині припущень, з яких досягнуто угоду. Цей метод застосовується для розв'язання слабоструктурованих проблем, в яких стратегії розвитку системи спираються на гостро конфліктні припущення [5].

З початку 50-х рр. ХХ ст. дуже інтенсивно почав використовуватися метод мозкового штурму (мозкової атаки). Методи цього типу відомі також під назвами «конференція ідей» і «колективна генерація ідей». Суть вказаних методів зводиться до того, що експертам надається повна свобода мислення і висловлювання нових ідей. Для цього розглядаються всі продуковані ідеї, **не допускається критика і не припиняється обговорення жодної ідеї**. З цією метою **створюється атмосфера**,



котра сприяє генерації нетривіальних ідей і звільняє експертів від стереотипного мислення.

Метод комісії полягає в організації та проведенні відкритої дискусії з метою отримання єдиного узгодженого висновку експертів, причому цей висновок визначається шляхом голосування.

Перевагою цього методу є **можливість підвищення рівня інформованості експертів і зміна їх попередніх висновків у процесі обговорення.**

До **недоліків** можна віднести **відсутність анонімності**, що може призвести до неформального впливу більш авторитетних експертів, **різну активність експертів**, яка часто не залежить від їх компетентності, публічність обговорення. Одним із різновидів цього методу є метод суду, коли частина експертів підтримує певну альтернативу і наводить аргументи на її користь, а частина – є противниками, котрі обґрунтовують її недоліки [5].

2.4 Питання для самоперевірки за темою 2

1. Назвіть основні системоутворюючі фактори, дайте їм характеристику.
2. Що розуміють під структурою системи, в чому її особливості?
3. Які типи структур систем Вам відомі?
4. Які види зв'язків розглядаються в системному підході?
5. Назвіть основні етапи системного аналізу, поясніть їх зміст.
6. Назвіть відомі Вам методи системного аналізу.

ЛЕКЦІЯ 3. СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЇ

3.1 Модель організації як відкритої системи

Однією з найважливіших підсистем соціально-економічної системи країни може розглядатися організація. Крім цього, як відповідну організацію можна розглядати й сукупність систем, що підпорядковані або взаємно пов'язані між собою чи з іншими системами, зокрема, з соціально-політичними та соціально-економічними, з системами інших країн (наприклад, транснаціональними корпораціями, банківськими установами тощо).

Організацію можна визначити як **соціально-економічну систему, що поєднує групу людей, котрі сумісно реалізують певну спільну мету і діють на основі певних принципів і правил**. До організацій належать фірми, підприємства, корпорації, органи державної влади, органи місцевого самоврядування, наукові установи, заклади освіти тощо.

З погляду системного підходу при дослідженні організації як соціально-економічної системи можна виокремити наступні системоутворюючі фактори та властивості:

- організація – цілісна система;
- наявність окремих підсистем, які є складовими організації;
- наявність спільної головної мети для всіх елементів і підсистем організації;
- підпорядкування цілей кожного елемента спільній меті системи та усвідомлення кожним виконавцем своїх завдань і загальної мети;
- виконання кожним елементом своїх функцій, зумовлених поставленими завданнями;
- відношення субординації та координації між елементами та підсистемами системи (тобто ієрархічний принцип побудови й управління);
- наявність зворотного зв'язку між керуючою та керованою підсистемами;
- суттєва залежність від зовнішнього середовища.

Модель організації як відкритої системи зображено на рис. 3.1. Організація отримує від зовнішнього середовища інформацію, фінансові та трудові ресурси, матеріали (сировину, енергію тощо). В процесі функціонування вона перетворює входи для отримання продукції, послуг, які є її виходами. Якщо організація працює ефективно, то в процесі роботи з'являються додаткові виходи, наприклад, прибуток або послуги [5].

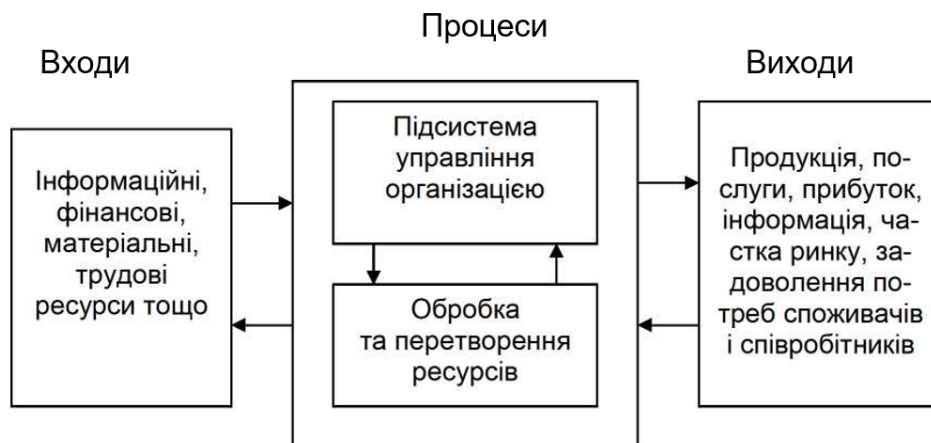


Рисунок 3.1. Схема організації як відкритої системи

Однією з важливих особливостей організації є її взаємозв'язок із зовнішнім середовищем і суттєва залежність від останнього, що проявляється в необхідності отримання ресурсів для свого функціонування і розширення кола споживачів, які використовують результати діяльності організації. Організація не може залишатися ізольованою, їй необхідно взаємодіяти з іншими системами (суспільними організаціями, постачальниками, замовниками, вищими органами управління, профспілками тощо) для забезпечення умов існування та розвитку.

Отже, організація є цілісною відкритою системою, що багатьма зв'язками поєднана з зовнішнім середовищем і має розгалужені внутрішні зв'язки (внутрішнє середовище).

Основні аспекти внутрішнього середовища організації, які потребують уваги керівництва, – це **цілі, структура, завдання, технології та персонал**.

Цілі організації є бажаним кінцевим рівнем окремих характеристик і параметрів функціонування організації або результати, на досягнення яких спрямована її діяльність. Організацію можна розглядати як засіб, що уможливорює спільне досягнення таких результатів, що неможливо було би досягти окремим її підрозділам і працівникам.

Структура організації – це логічні взаємовідносини рівнів управління, які дають змогу найефективніше досягати цілей організації. **Структура організації передбачає поділ праці**, що є необхідною умовою підвищення її ефективності.

Майже в усіх організаціях існує горизонтальний поділ праці за спеціалізованими напрямками. Якщо організація дуже велика, то спеціалістів групують у межах однієї функціональної сфери (відділи, управління, сектори, цехи тощо). Вертикальний поділ праці реалізується за принципом ієрархії управління зверху донизу, який передбачає підпорядкування співробітників різних рівнів. Керівник організації може мати у своєму підпорядкуванні кілька керівників середньої ланки, котрі



керують окремими функціональними підрозділами та можуть, відповідно, мати кількох підлеглих.

Завдання – це *певна робота*, її частина або етап, серія робіт, що має бути *виконана у заздалегідь встановлений термін і спосіб*. Завдання організації поділяють на роботу: з людьми, з предметами (машинами, сировиною, інструментами) чи з інформацією.

Важливим фактором ефективності функціонування організації як системи є *спеціалізація завдань*, тобто *поділ роботи на окремі операції*, що сприяє підвищенню ефективності праці окремих працівників і функціонуванню організації загалом.

Технологія – це, за визначенням деяких дослідників, спосіб *посаднання кваліфікаційних навичок, обладнання, інфраструктури, інструментів, відповідних знань*, необхідних для здійснення бажаного перетворення входів системи (сировини, інформації) у виходи (продукцію, послуги тощо). Важливими елементами сучасної технології є стандартизація та комп'ютеризація, що стимулюють подальше підвищення спеціалізації.

Персонал – це керівники різних рівнів, рядові виконавці (співробітники різної кваліфікації). Від їхнього професіоналізму, кваліфікації, бажання, енергії залежить ефективність діяльності організації у досягненні своїх цілей [5].

3.2 Аналіз зовнішнього та внутрішнього середовища організації

Для того, щоб визначити та реалізувати стратегію поведінки організації, керівництво повинно мати поглиблене уявлення як про внутрішнє середовище організації, її потенціал і тенденції розвитку, так і про тенденції розвитку зовнішнього середовища. Зовнішнє середовище організації є джерелом отримання нею ресурсів, необхідних для її існування.

Під зовнішнім середовищем організації розуміють *сукупність елементів, що оточують її та справляють на її діяльність суттєвий вплив* (рис. 3.2). Аналіз зовнішнього середовища організації передбачає аналіз її мікрооточення (безпосереднього оточення) та макрооточення (опосередкованого оточення).

До макрооточення належать фактори, *які можуть не справляти безпосереднього та негайного впливу на ефективність і стійкість функціонування організації, але все ж мають певний (опосередкований) вплив на неї*. Аналіз макрооточення має містити дослідження міжнародних факторів (воєнні конфлікти, економічні кризи), політичних процесів у країні, правового регулювання, стану економіки, рівня науково-технічного і технологічного розвитку суспільства, соціальної та культурної складових суспільства, стану навколишнього середовища тощо.

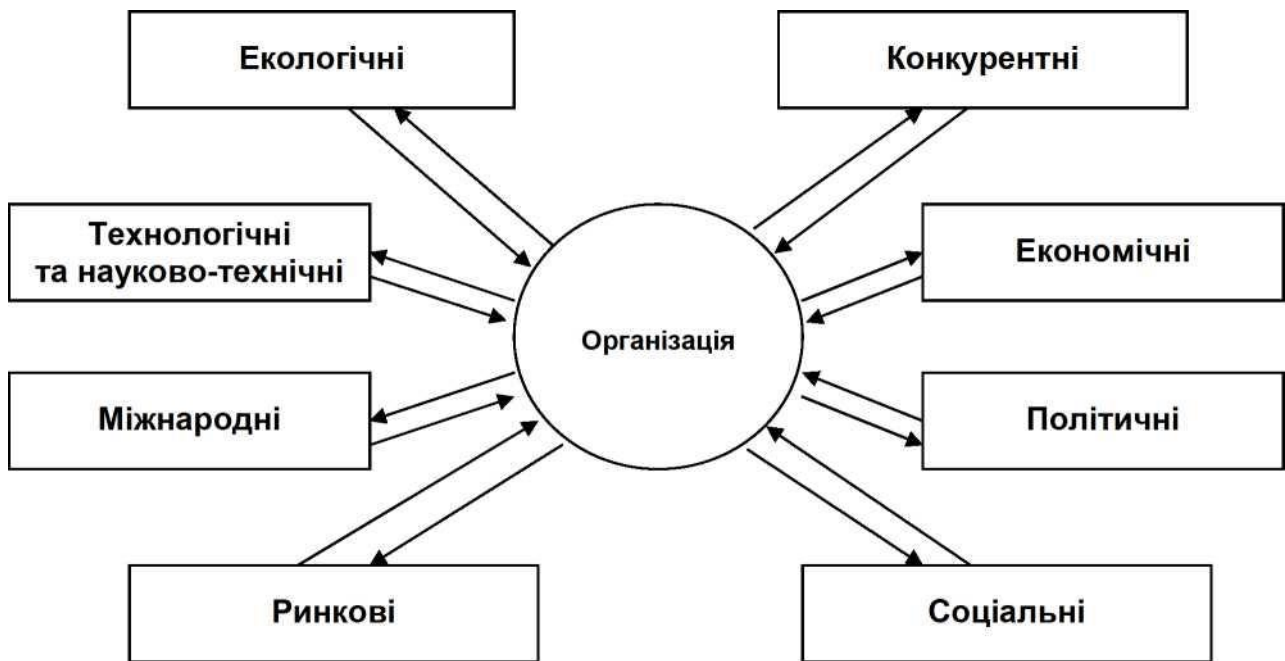


Рисунок 3.2. Фактори зовнішнього середовища організації

Розглянемо, наприклад, необхідність дослідження деяких із наведених вище факторів макрооточення.

Економічні фактори. Їх необхідно постійно відстежувати, тому що дослідження стану економіки дає змогу з'ясувати, як формуються та перерозподіляються ресурси. До найважливіших економічних показників належать: ВВП, темпи інфляції, валютний курс, процентні ставки, платіжний баланс, рівень безробіття, рівень оплати праці тощо. Необхідно визначати, які можливості рівень цих характеристик дає для розвитку організації або які можуть бути загрози.

Політичні фактори. Успішне функціонування організації залежить від рівня політичної стабільності в країні. Необхідно мати уявлення про наміри органів влади щодо певних секторів економіки та суспільства загалом. Так, великі компанії намагаються брати участь у політичному процесі, що дає їм можливість лобіювати власні інтереси та певною мірою впливати на управлінські рішення. Політичні фактори також можуть бути джерелом як загроз, так і позитивних можливостей для організації.

Технологічні та науково-технічні фактори. Аналіз новітніх науково-технічних тенденцій дає змогу своєчасно змінювати технології або займати нові ніші ринку, що з'являються завдяки НТП. Прикладом динамічних сфер є бурхливий розвиток інформаційних систем і технологій, телекомунікацій.

Міжнародні фактори. Керівники організацій, що діють на міжнародних ринках або мають зовнішньоекономічні зв'язки, повинні постійно аналізувати стан світових ринків, зовнішньоторговельну кон'юнктуру, митну, антидемпінгову та іншу політику країн-партнерів.

Соціальні та демографічні фактори. Дослідження цих факторів



спрямоване на визначення впливу таких соціальних показників, як рівень життя та освіти населення, традицій і цінностей, що існують у суспільстві, демографічних тенденцій тощо. Вони впливають як на інші фактори макрооточення, так і на внутрішнє середовище організації [5].

Фактори мікрооточення безпосередньо впливають на діяльність організації. До безпосереднього оточення належать споживачі, постачальники, конкуренти, ринок робочої сили, а також органи державного управління та відповідні закони, що регламентують діяльність організацій.

Аналіз внутрішнього середовища організації дає змогу виявити ті можливості, той потенціал, на який може розраховувати організація для досягнення своїх цілей. **Внутрішнє середовище аналізується за такими напрямками:**

- кадри, їхній потенціал, кваліфікація, інтереси тощо;
- організація управління та маркетингу;
- стан основної діяльності (виробництво, організаційні характеристики, наукові дослідження та розробки тощо);
- фінансовий стан;
- організаційна культура.

Дослідження внутрішнього середовища спрямоване на з'ясування сильних і слабких сторін організації. Сильні сторони є тією базою, на яку організація спирається у конкурентній боротьбі та яку вона повинна розширювати й укріплювати. Слабкі сторони мають бути предметом пильної уваги керівництва, щоб їх позбутися. Зовнішнє середовище досліджується з метою визначення загроз і можливостей, які необхідно враховувати при визначенні та досягненні цілей [5].

3.3 Методи аналізу середовища

Аналіз середовища покладається, як правило, **на аналітичні відділи та відділи маркетингу.** В їхні обов'язки входить передусім вирішення проблеми **інформаційного забезпечення.**

Найпоширеніші **методи збору інформації для відстеження стану зовнішнього середовища** є:

- «кабінетні дослідження», які здійснюються через пошук вторинної інформації на електронних і паперових носіях (аналіз матеріалів, надрукованих у періодичних виданнях, книгах, інформації в електронних ЗМІ, Інтернеті);
- участь у професійних конференціях;
- аналіз досвіду співробітників організацій;
- маркетингові дослідження ринку.

Одним із методів аналізу середовища є SWOT-аналіз (абревіатура таких понять: strength – сила, weakness – слабкість, opportunities – можливості, threats – загрози). Цей метод передбачає спочатку виявлення сильних і слабких сторін, загроз і можливостей, а потім – встановлення



зв'язків між ними, які в подальшому можуть бути використані для формування стратегії організації.

Процедура проведення SWOT-аналізу в загальному вигляді зводиться до заповнення базової матриці (табл. 3.1), в якій відображаються виявлені в процесі аналізу фактори внутрішнього і зовнішнього середовищ [2, 5].

Таблиця 3.1. Базова матриця SWOT-аналізу

Фактори	Позитивні	Негативні
Внутрішні	Сильні сторони	Слабкі сторони:
	S_1	W_1
	S_2 \vdots S_n	W_2 \vdots W_m
Зовнішні	Можливості	Загрози
	O_1	T_1
	O_2 \vdots O_k	T_2 \vdots T_l

До факторів внутрішнього середовища відносяться сильні і слабкі сторони самої системи, а до факторів зовнішнього середовища – можливості (сприятливі обставини) і загрози (події з несприятливим впливом), які знаходяться поза зоною контролю цієї системи.

Виявлення вищезазначених факторів, їх формулювання, ранжирування за рівнем значимості здійснюється експертним шляхом. Для цього формується група експертів, які за результатами проведеного аналізу складають переліки сильних і слабких сторін системи, можливостей і загроз зовнішнього середовища.

Для встановлення таких зв'язків складають SWOT-матрицю: виявлені сильні та слабкі сторони, а також можливості і загрози (табл. 3.2):

Таблиця 3.2. Матриця парних стратегій SWOT-аналізу

Сторони	Можливості (O)	Загрози (T)
Сильні (S)	Сильні сторони – Можливості $S_j O_i$	Сильні сторони – Загрози $S_j T_i$
Слабкі (W)	Слабкі сторони – Можливості $W_j O_i$	Слабкі сторони – Загрози $W_j T_i$



Таким способом утворюються чотири поля (SO, WO, ST, WT).

Для кожного з утворених полів необхідно розглянути всі можливі комбінації пар виявлених властивостей і виокремити ті, які мають бути враховані для розроблення стратегії.

Стосовно тих пар, що були вибрані **в полі SO**, слід розробляти стратегію з використанням сильних сторін організації для отримання віддачі від виявлених можливостей, які з'явилися у зовнішньому середовищі.

Для тих пар, що опинилися **в полі WO**, стратегію необхідно розробляти так, щоб за рахунок можливостей, які з'явилися, спробувати здолати наявні в організації слабкі сторони.

Для поля ST стратегія має передбачати використання сили для нейтралізації загроз.

Для пар, що знаходяться **в полі WT**, потрібно розробити таку стратегію, яка б уможливила не лише позбавлення від слабкостей, а й намагалася запобігти загрозам.

Для застосування цього методу необхідно також виконати ранжування виявлених можливостей (загроз) із погляду ймовірності їх використання (реалізації) [5].

3.4 Системний аналіз ієрархії та змісту цілей організації

Цілі організації повинні бути гармонійним поєднанням її власних цілей, цілей надсистем (галузі, суспільства, адміністративної території тощо) та цілей підсистем (підрозділів, відділів, окремих працівників).

Серед усіх цілей організації необхідно виокремити **базову ціль**, що **є головним стимулом її діяльності** і має відігравати не лише організуючу та інтегруючу роль, а й виконувати пропагандистську функцію. Така ціль – це **місія організації**, її призначення – задоволення певних потреб споживачів. Місія є своєрідною філософською та соціальною установкою організації, провідним напрямком її діяльності.

Для розроблення місії організації (підприємства) здебільшого необхідно враховувати інтереси:

- співзасновників і власників;
- співробітників;
- споживачів продукції (послуг) організації;
- партнерів, постачальників, конкурентів;
- громадських організацій та органів місцевого самоуправління;
- органів державної влади.

Місія організації є орієнтиром для розроблення стратегічних цілей організації. Інші цілі організації повинні бути засобами для їх реалізації. До них належать: маркетинг, виробництво, підбір і навчання персоналу, проведення науководослідних робіт тощо.

Маючи на увазі можливе значне різноманіття підходів до визначення та структурування сфер і цілей, можна зробити висновок, що для комерційних організацій цільова орієнтація так чи інакше має бути пов'язана з прибутковістю діяльності. Всі інші цілі будуть відсунуті на другий план та залишаться засобами досягнення прибутковості, тому що саме прибуток зумовлює можливість існування, розвитку та процвітання комерційної організації [2, 5].

Наведемо перелік найпоширеніших соціально-економічних цілей організації:

- зростання доходів;
- збільшення обсягів виробництва продукції (послуг) і продажу;
- збільшення частки ринку;
- зниження собівартості;
- підвищення якості продукції (послуг);
- підвищення конкурентоспроможності;
- розширення номенклатури та поліпшення якості товарів і послуг;
- поліпшення обслуговування клієнтів;
- підвищення продуктивності праці;
- соціальна відповідальність;
- добробут найманих працівників.

Загальна класифікація цілей організації зображена на рис. 3.3.



Рисунок 3.3. Класифікація цілей організації

Природно, що **ефективно здійснити місію організації** можна лише тоді, **коли всі засоби, що для цього використовуються, пов'язані в єдину гармонійну систему**. При цьому кожний із цих засобів, відповідно, теж є системою, що складається з різних компонентів.

Сукупність засобів, призначених для досягнення певної цілі, – це система, що містить у собі багато підсистем, ніби “вкладених” одна в одну. При цьому кожна з них є одночасно і метою, і засобом: з одного боку,



можна говорити про інтегральну якість, роль цієї системи, тобто її мету, для досягнення якої призначені компоненти системи як засоби, а з другого – вся ця система є засобом для досягнення цілей вищого рівня ієрархії.

Важливою особливістю соціально-економічних систем є суперечливість цілей, оскільки цілі окремих підрозділів не завжди збігаються з цілями та функціями організації. Крім того, працівники мають свої власні цілі. Цю властивість особливо важливо враховувати при управлінні. При недосконалому менеджменті цілі окремих підрозділів організації можуть бути протилежними, тому для ефективного управління необхідно так розподілити завдання та функції між структурними підрозділами, щоб їхня діяльність сприяла досягненню головних цілей організації [5].

Враховуючи загальні цілі, не завжди легко вдається правильно визначити завдання, що постають перед органами управління організації на певному етапі. До того ж завжди виникають труднощі з переходом до практичних форм і методів їх реалізації. Якщо відбувається розрив між цілями та засобами для їх досягнення, то організація не зможе вирішити поставлені завдання.

Методом системного аналізу, спрямованим на забезпечення єдності вибраної цілі та засобів її досягнення, є побудова «дерева цілей» (див. лекцію 2). Починається побудова цього «дерева» з процедури структуризації: поділу основної цілі на елементи, тобто підцілі (цілі нижчого рівня ієрархії), кожна з яких є засобом чи напрямком її досягнення. Потім кожна з підцелей, відповідно, поділяється на компоненти або завдання. Процес поділу варто вести доти, доки на найнижчому рівні «дерева» не виявляться засоби, реалізація яких не викликає принципових труднощів і сумнівів [5].

3.5 Застосування системного підходу в стратегічному управлінні

Для успішного функціонування організацій за сучасних умов їхня діяльність та дії керівництва не можуть зводитися лише до реагування на зміни, що відбуваються. Все ширше визнається необхідність свідомого управління цими змінами на базі науково обґрунтованих процедур їх передбачення, регулювання, пристосування до цілей організації, мінливих зовнішніх умов. З іншого боку, організація має адекватно реагувати на зміни у зовнішньому середовищі.

Сучасним інструментом управління організацією за умов зростання динамічності зовнішнього середовища та пов'язаною з цим невизначеністю є методологія стратегічного управління.

Стратегічне управління можна визначити як діяльність, спрямовану на економічно та соціально ефективне **досягнення перспективних цілей організації на основі адекватного реагування на зміни** у зовнішньому та внутрішньому середовищі.



Необхідність застосування стратегічного управління зумовлена такими причинами:

- усвідомленням того, що організація є відкритою системою і головні джерела її успіху знаходяться у зовнішньому середовищі;
- стратегічна орієнтація діяльності організації є одним із вирішальних факторів її ефективної та успішної діяльності. Стратегічне управління дає змогу адекватно реагувати на фактори невизначеності та ризику, що властиві зовнішньому середовищу;
- оскільки майбутній соціально-економічний розвиток характеризується значним ступенем невизначеності й традиційні екстраполяційні прогнози не спрацьовують, необхідно застосовувати системний, ситуаційний, сценарний підходи для планування діяльності організації;
- для того, щоб організація найкраще реагувала на впливи зовнішнього середовища, її система управління має володіти адаптивними властивостями [5].

Існують різні наукові підходи до управління — структурний, ситуаційний, процесний, маркетинговий тощо. Однак недолік підходів різних шкіл до управління полягає в тому, що кожна з них зосереджує увагу лише на одному важливому елементі, а не розглядає ефективність управління як результативну дію, котра залежить від багатьох факторів.

Системний підхід до управління передбачає, що керівники мають бачити організацію як сукупність взаємопов'язаних елементів: персонал, матеріальні та фінансові ресурси, завдання та технології, які орієнтовані на досягнення різних цілей за змінюваних умов у зовнішньому середовищі. Іншою важливою особливістю системного підходу до управління є те, що управлінські рішення так чи інакше враховують і наявність системного (синергетичного) ефекту, зумовленого якісно новими властивостями системи, які відсутні у її складових (емерджентності).

Через ситуаційний підхід реалізується **принцип адаптивності**, що надзвичайно важливо для стратегічного управління. Його суть полягає в тому, що **внутрішня структура** (організаційна структура, система планування, культура організації тощо) **є реакцією організації на зміни в зовнішньому середовищі та деякі зміни у внутрішньому середовищі**.

Так, наприклад, якщо зовнішнє середовище **відносно стабільне**, то керівництво організації тяжіє до **більшої централізації управління**, орієнтованого на жорсткий контроль на всіх рівнях ієрархії. Якщо ж зовнішнє середовище **нестабільне** і в ньому відбуваються постійні зміни, які містять як загрози, так і нові можливості для організації, то керівництво вимушене більше піклуватися про **проблеми виживання**, що вимагає **гнучкості системи управління**. Організаційна структура у такому разі має бути більш децентралізованою та гнучкою, що дає змогу швидко та

адекватно реагувати на можливі зміни.

Стратегічне управління є процесом, що визначає послідовність дій організації з розроблення та реалізації її місії. Воно охоплює постановку цілей, розроблення стратегії, визначення необхідних ресурсів і підтримку взаємовідносин із зовнішнім середовищем, що уможлиблює вирішення поставлених завдань і досягнення цілей організації [5].

Завданням стратегічного управління є забезпечення такої взаємодії організації із середовищем, яка дала б їй змогу підтримувати власний потенціал на рівні, необхідному для досягнення цілей, та уможливила б виживання у довгостроковій перспективі. Стратегічне управління можна розглядати як динамічну сукупність кількох взаємопов'язаних управлінських процесів (рис. 3.4).



Рисунок 3.4. Схема процесу стратегічного управління.

Ці процеси логічно впливають один з одного, але існує і зворотний зв'язок та відповідний зворотний вплив кожного процесу на всю сукупність. У цьому полягає важлива особливість стратегічного управління, де значна увага приділяється аналізу перспектив організації, завданням якого є виявлення тих тенденцій, загроз та можливостей, а також надзвичайних ситуацій, що можуть вплинути на існуючі тенденції. Цей аналіз доповнюється аналізом позиції організації в ринковому середовищі.



Розрізняють два головні **кінцеві результати стратегічного управління**.

Перший – це потенціал організації, який забезпечує досягнення цілей у майбутньому. З боку “входу” цей потенціал складається з ресурсів (матеріальних ресурсів, інформації, трудових ресурсів тощо), а з боку “виходу” – з виробленої продукції та послуг, з набору правил соціальної поведінки, дотримання яких сприяє досягненню цілей організації.

Другим кінцевим результатом стратегічного управління є гнучка внутрішня організаційна структура організації, котра має забезпечувати її стійкість у разі змін у зовнішньому середовищі і своєчасно та адекватно реагувати на зміни в економічній кон’юнктурі.

Потенціал і структура організації визначаються **архітектонікою та якістю персоналу.**

До архітектоніки організації належать:

- технології, інформаційне, матеріально-технічне, фінансове та кадрове забезпечення;
- рівень організації діяльності;
- структура управління, розподіл функціональних обов’язків і повноважень у прийнятті рішень;
- внутрішні комунікації;
- організаційна культура, норми, цінності, що є засадами організаційної поведінки.

Якість персоналу визначається:

- ставленням до змін;
- професійною кваліфікацією;
- вмінням вирішувати проблеми;
- мотивацією участі у стратегічній діяльності.

Отже, діяльність із **стратегічного управління спрямована на забезпечення стратегічної позиції, що має сприяти довгостроковій життєздатності організації за мінливих умов.**

До завдань керівництва належать **виявлення недоліків** у його діяльності і здійснення в разі необхідності стратегічних змін, створення архітектоніки, що має сприяти цьому.

На відміну від стратегічного, **оперативне управління має метою використання існуючої стратегічної позиції організації для досягнення цілей** [5].

Керівник, що займається **оперативним управлінням, повинен забезпечити перетворення потенціалу організації у реальний результат.** Його функції зводяться до визначення загальних оперативних завдань, мотивації, координації та контролю як керівників нижчої ланки, так і виконавців у межах організації.

Перевага системного підходу до завдань управління організаціями полягає в органічній єдності процедур аналізу та



синтезу. Досвід свідчить, що частіше організації користуються аналізом у вузькому розумінні цього слова, здійснюючи поділ завдань і проблемних ситуацій на складові. Набагато рідше користуються синтезом, для застосування якого необхідне діалектичне мислення, певна філософська культура.

Водночас сучасний менеджмент вимагає інтегрованого, системного підходу, оскільки управління — це діяльність, що передусім спрямована на об'єднання, синтез інтересів людей. Застосування методу «дерева цілей» у процесі прийняття управлінського рішення є використанням результату аналітичної та синтетичної роботи, поділ загальної цілі на під цілі – способом їх об'єднання оскільки при цьому виявляються не лише окремі компоненти, а й відносини між ними, зв'язки з головною метою. Таким чином, структуризація здійснюється одночасно з інтеграцією.

Хоча «дерево цілей» відображає структуру системи не повністю і замінити собою всю сукупність процедур системного аналізу не може, проте воно допомагає наочно показати цільовий підхід до організації, що дуже важливо за умов динамічного середовища, яке постійно впливає на її цілі та обумовлює необхідність їх коригування [5].

3.6 Питання для самоперевірки за темою 3

1. В чому полягають особливості розгляду організації з позицій системного аналізу як соціально-економічної системи?
2. Що розуміють під зовнішнім середовищем організації, за якими факторами здійснюється його аналіз?
3. На що спрямоване дослідження внутрішнього середовища організації, за якими напрямками проводиться?
4. Назвіть основні методи збору інформації для відстеження стану зовнішнього середовища, поясніть їх зміст.
5. З якою метою проводиться проведення SWOT-аналізу, в чому полягають особливості цього методу?
6. Назвіть відомі Вам соціально-економічні цілі організації.
7. В чому полягають особливості застосування системного підходу до стратегічного управління?



ЛЕКЦІЯ 4. КОНЦЕПЦІЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАДАЧ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ

4.1 Основні поняття і визначення теорії прийняття рішень

Задача прийняття рішень - одна з найпоширеніших у будь-якій предметній області. Її вирішення зводиться до вибору однієї або декількох альтернатив з деякої множини. Вибір можливий тільки на підставі вибраних: мети, альтернатив, критеріїв вибору.

Питаннями розробки загальних методів і моделей аналізу ситуацій і прийняття рішень займається математична дисципліна теорія прийняття рішень (ТПР).

Об'єктом дослідження ТПР є ситуація прийняття рішень, або так звана проблемна ситуація.

Предметом дослідження ТПР є загальні закономірності вироблення рішень у проблемних ситуаціях, а також закономірності, властиві процесу моделювання основних елементів проблемної ситуації.

Основним призначенням ТПР є розробка для практики науково обґрунтованих рекомендацій щодо організації і технології побудови процедур підготовки і прийняття рішень у складних ситуаціях із застосуванням сучасних методів і засобів (у першу чергу, комп'ютерних систем).

Методологічну основу ТПР складають елементи системного підходу, які реалізуються в елементах наукової бази системного аналізу.

Системний аналіз - це сукупність конкретних, методичних підходів, практичних методів і алгоритмів, які мають практичну спрямованість та дозволяють реалізувати теоретичні концепції і головні ідеї системного підходу в рамках соціально-економічних, екологічних, технічних проблем [6].

4.2 Концепція прийняття рішень

В основі сучасної ТПР лежить комплексна **концепція прийняття рішень, яка вимагає врахування всіх істотних аспектів проблемної ситуації** і раціональної інтеграції як логічного мислення й інтуїції людини, так і математичних і технічних засобів.

Згідно з цією концепцією **прийняття рішення - це свідомий вибір з ряду варіантів (альтернатив)**.

Особа, яка приймає рішення (ОПР) - це людина (або група осіб), які володіють правами вибору рішення і несуть відповідальність за його наслідки.

Експерт – професіонал у своїй проблемній області. Залучення експерту до роботи, пов'язаної із вирішенням задачі прийняття рішення, передбачає, що він має певний досвід роботи вирішення аналогічних задач.



Консультант щодо ухвалення рішень - координатор процесу прийняття рішень.

Вибір - дія, що дозволяє організувати цілеспрямовану діяльність людини.

Рішення - результат вибору, який реалізований у певній нормативно-правовій формі (порада, рекомендація, наказ, програма тощо).

Прийняття рішення - процедура вибору альтернативи із заданої множини на підставі певного критерію або множини критеріїв.

Альтернатива - один варіант (з множини можливих) вирішення задачі прийняття рішень.

Критерій - ознака, на підставі якої проводиться оцінка (визначення або класифікація) будь-чого; мірило оцінки.

Вибір критерію є складним, відповідальним завданням. Проте об'єктивно існують критерії, без яких практично неможливо оцінювати перевагу результатів будь-якої економічної або комерційної операції. Це такі критерії, як: витрати, прибуток, ефективність.

Показник або оцінка критерію - значення, які приймає критерій і які відображають у свідомості ОПР ступінь переваги або непереваги тих або інших властивостей результату операції. Оцінки критерію виражаються в прийнятих для їх вимірювання спеціальних шкалах.

Розрізняють дві частини теорії прийняття рішень: формальну та прагматичну (психологічну). Перша пов'язана з дослідженням технології прийняття рішень у пошуках відповіді на питання «Як необхідно приймати рішення?». Друга досліджує питання про те, як люди на практиці приймають рішення, і які при цьому скоюють помилки [6].

При прийнятті рішень, перш за все, необхідно сформулювати модель проблемної ситуації, тобто сформулювати задачу прийняття рішення.

1. Ситуація прийняття управлінських рішень можна представити кортежем, що визначається множинами чинників:

$$\{P, X, Y, Q, R, Z, T\} \quad (4.1)$$

де: P – множина типів задач прийняття рішень;

X – множина інформаційних даних, що використовуються при прийнятті рішень;

Y – множина показників, за якими оцінюється стан системи;

Q - множина альтернативних управлінських рішень, припустимих у рамках визначеного типу задачі;

R – формалізоване правило (критерій) вибору управлінського рішення з множини можливих;

Z – множина обмежень, визначених відповідно до умов конкретної задачі; T – фактор часу.



2. Результат виконання управлінського рішення q_j ($q_j \in Q$, $j=1, \dots, n$) у момент часу t зумовлює стан множини показників Y_i ($Y_i \in Y$, $i=1, \dots, m$). При цьому зроблено припущення про те, що для кожного показника множини Y на основі обробки статистичних даних можна отримати математичну модель (цільову функцію), що має вигляд:

$$Y^{t+1} = F(X^t(Z), Q). \quad (4.2)$$

Якщо у момент часу t було прийнято та реалізовано оперативне управлінське рішення q_j , для наступного моменту часу $t+1$ можна отримати розрахункове значення показника:

$$y_{ij}^{t+1} = Y_i^t(F(X^t(Z), q_j)). \quad (4.3)$$

3. Управлінське рішення спрямоване на мінімізацію (максимізацію) показників, за якими оцінюється стан системи. Математична модель прийняття рішень (для вирішення задачі мінімізації показника), призначена для вибору оптимального рішення з множини можливих, має вигляд:

$$q_{opt} = q_j : y_{ij}^{t+1} = \min_j(y_{1j}^{t+1}, \dots, y_{mj}^{t+1}), \quad y_{ij}^{t+1} \leq y_{iA}^{t+1}, \quad (4.4)$$

q_{opt} – оптимальне управлінське рішення;
 y_{ij}^{t+1} , y_{iA}^{t+1} – відповідно розрахункове та граничне (планове) значення показника, що характеризує стан системи в момент $t+1$.

Таким чином, відомому стану об'єкта управління (визначається множиною множини даних X) необхідно поставити у відповідність таку модель управління, яка є фізичною реалізацією управлінського рішення q_{opt} , обраного з множини припустимих рішень Q .

4. Обране рішення q_{opt} є оптимальним на підставі визначеного критерію прийняття рішень за умов, що розрахункове значення показника Y_i , який характеризує стан об'єкту управління, у наступний момент часу, по-перше, буде найменшим з множини можливих, по-друге, не буде перевищувати заданого граничного значення. Друга умова використовується у випадках, коли є можливість визначити граничне значення показника.

4.3 Класифікація задач прийняття рішень

Традиційний підхід до класифікації задач прийняття рішень заснований на безлічі ознак, що характеризують кількість і якість доступної інформації [6].

Задачі прийняття рішень в умовах визначеності

До цього класу відносяться задачі, для вирішення яких є достатня і достовірна кількісна інформація. В цьому випадку застосовуються методи математичного програмування. Умовами застосування цих методів є такі:

Задача добре формалізована, тобто існує адекватна математична модель реального світу.

Існує єдина цільова функція (критерій оптимізації), що дозволяє судити про якість порівнюваних альтернативних варіантів.

Існує можливість кількісної оцінки значень цільової функції.

Задача має певні ступені свободи (ресурси оптимізації) - параметри функціонування системи, які можливо змінювати в деяких межах у цілях поліпшення значення цільової функції.

Задачі прийняття рішень в умовах часткової невизначеності (ризик)

Мають місце, коли існує можливість описати настання того або іншого результату з певною вірогідністю. Такі задачі називають задачами прийняття рішень в умовах ризику. Для побудови розподілу вірогідності настання результатів необхідно мати представницьку статистику результатів спостережень або оцінки експертів. Ці задачі займають проміжне становище між задачами в умовах визначеності і невизначеності.

Задачі прийняття рішень в умовах невизначеності

Ці задачі мають місце, коли інформація, необхідна для прийняття рішень, є неточною, неповною, не кількісною, багатокритеріальною, а формальні моделі досліджуваної системи дуже складні, або відсутні. Це означає, що ні ОПР, ні експерти не можуть визначити із заздалегідь визначеною ймовірністю до якого результату приведе кожне з наявних варіантів управлінського рішення (альтернатив) [6, 7, 8].

4.5 Загальна характеристика управлінських рішень

Управлінські рішення слід розглядати у трьох аспектах:

1) *вид діяльності*, яка відбувається в керуючій системі й пов'язана з підготовкою, знаходженням, вибором та прийняттям певних варіантів дій (в цьому аспекті управлінські рішення - вид роботи в апараті управління, певний етап процесу управління);

2) *варіант впливу* керуючої системи на керовану (в такому розумінні управлінське рішення являє собою опис передбачуваного впливу керуючої системи на керовану);

3) *організаційно-практична діяльність керівника* у керованій системі.



Прийняття управлінських рішень охоплює створення вибору для зміни певного існуючого стану, вибір однієї альтернативи з кількох можливих, активізацію організаційних та індивідуальних ресурсів на виконання рішення і діяльність, спрямовану на досягнення бажаного результату.

Таким чином, управлінське рішення являє собою соціальний акт, підготовлений на основі аналізу альтернатив і прийнятої у встановленому порядку оцінки, що має директивне значення, який містить постановку цілей і обґрунтування засобів їх реалізації та організовує практичну діяльність суб'єктів і об'єктів управління, спрямовану на досягнення намічених цілей [6].

Управлінське рішення виконує чотири основні функції:

- *забезпечувальна* - визначає шляхи і способи, ресурси і засоби, необхідні для реалізації намічених завдань;
- *скеровуюча* - розробляється виходячи зі стратегії розвитку з урахуванням довгострокової перспективи;
- *координуюча* - визначає роль кожного виконавця та узгоджує їх дії з метою досягнення намічених цілей;
- *активуюча* - забезпечує активізацію виконавців для досягнення намічених цілей.

Приймаючи управлінське рішення, необхідно забезпечувати виконання цих функцій. Недооцінка ролі будь-якої з них на практиці призводить до нерозуміння цілей та завдань, які поставлені перед конкретними колективами, неузгодженостей в діях, безініціативності, а також порушення трудової дисципліни.

Процес прийняття управлінського рішення передбачає наявність таких складових:


1. *Суб'єкт прийняття управлінського рішення* - це людина (або група осіб), які володіють правами вибору рішення і несуть відповідальність за його наслідки.

2. *Керовані змінні* - сукупність чинників та умов, що викликають появу тієї або іншої проблеми, якими може управляти суб'єкт прийняття управлінського рішення.

3. *Некеровані змінні* - ситуації, якими не може управляти суб'єкт прийняття управлінського рішення, але якими можуть управляти інші особи. У сукупності з керованими змінними некеровані змінні можуть впливати на результат вибору, утворюючи фон проблеми або її навколишнє середовище.

4. *Обмеження* (внутрішні й зовнішні) на значення керованих і некерованих змінних, які в сукупності визначають область допустимих значень рішення.

5. *Критерій* (або критерії) для оцінки альтернативних варіантів рішення. Критерій може бути заданий кількісною моделлю або якісно (в термінах індивідуальних переваг або в термінах нечіткої логіки).



6. *Вирішальне правило* (або система вирішальних правил) - принципи і методи вибору рішення, в результаті застосування яких отримують рекомендації або рекомендоване рішення (хоча остаточний вибір залишається за особою, яка приймає рішення).

7. *Альтернативи* (можливі варіанти дій), залежні як від значень якісних або кількісних керованих і некерованих змінних, так і від очікуваних результатів.

8. *Рішення*, що припускає існування принаймні двох альтернатив поведінки (інакше проблеми прийняття управлінського рішення не виникає, зважаючи на відсутність вибору).

9. *Можливості реалізації* прийнятого рішення [6].

Основні вимоги до управлінських рішень:

наукова обґрунтованість - передбачає розробку рішень з урахуванням об'єктивних закономірностей розвитку об'єкта управління, які знаходять своє відображення у технічних, економічних, організаційних та інших аспектах діяльності об'єкта управління. Застосування наукового підходу дозволяє керівникові з вищим ступенем об'єктивності оцінювати проблемну ситуацію, враховувати наявні ресурси та обмеження, формулювати та аналізувати варіанти рішень, вибирати серед них найбільш оптимальне та передбачати його можливі наслідки. Знання теорії прийняття рішень - це професійна компетентність кожного керівника;

цілеспрямованість - зумовлена самим змістом управління і передбачає, що кожне управлінське рішення повинне мати мету, чітко пов'язану із стратегічними планами розвитку об'єкта управління;

кількісна визначеність управлінського рішення - передбачає встановлення виражених у кількісних показниках результатів реалізації розроблюваного рішення. Результати, які не мають кількісного вимірювання, мають бути охарактеризовані якісно;

дотримання правових норм, на яких базується діяльність усіх служб системи управління - передбачає, що будь-яке управлінське рішення повинне впливати з цих норм, не порушувати їх, та виходити з компетенції структурного підрозділу, апарату управління чи посадової особи;

оптимальність - зумовлює потребу вибору такого варіанта рішення, який відповідав би економічному критерію ефективності діяльності: максимум результату при мінімумі витрат;

своєчасність рішень - передбачає прийняття управлінських рішень у момент виникнення проблеми, порушень, відхилень в об'єкті управління. Своєчасність рішення також пов'язана з дотриманням строків підготовки, доведення до виконавців та дієвий контроль виконання ;

комплексність управлінського рішення - передбачає врахування усіх найважливіших взаємозв'язків та взаємозалежностей діяльності організації;



повнота оформлення управлінського рішення - форма його викладу повинна виключати непорозуміння або двоїстість у розумінні завдань, поставлених перед виконавцями, давати можливість контролювати хід його виконання, вносити корективи, що зумовлюється рішення. Рішення слід формулювати чітко та лаконічно. Разом з конкретними завданнями, діями з реалізації рішення слід вказувати: конкретні способи та засоби виконання дій; строки виконання, склад виконавців, що відповідають за їх реалізацію; порядок взаємодії виконавців; необхідні ресурси; форми контролю та обліку проміжних і кінцевих результатів; перелік та зміст документів, які відображають хід виконання рішення тощо.

Управлінські рішення відрізняються різноманітністю форм і змісту. Тому використовують різні ознаки для їх групування та класифікації, виділяючи як загальні, так і особливі риси, притаманні окремим видам рішень [6].

Управлінські рішення класифікують за такими основними ознаками:

- за цілями: стратегічні; тактичні; оперативні;
- за періодом дії: довгострокові; середньострокові; короткострокові;
- за функціональним змістом: організуючі; координуючі; активізуючі; регулюючі; контролюючі, мобілізуючі;
- за масштабом виконання: загальні (глобальні); спеціальні (локальні);
- за умовами прийняття: в умовах визначеності; в умовах ризику; в умовах невизначеності.
- за ступенем повторювальності: традиційні; нетрадиційні;
- за методом розробки: формалізовані; неформалізовані;
- за характером рішення: інтуїтивні; рішення, засновані на досвіді; раціональні;
- за формою (способом) прийняття: одноосібні; колегіальні; колективні;
- за кількістю критеріїв вибору: однокритеріальні, багатокритеріальні [6].

4.6 Методи теорії дослідження операцій при прийнятті рішень

Для прийняття рішення широко використовуються методи прикладної наукової дисципліни - теорії дослідження операцій. Істотна відмінність у предметі дослідження теорії прийняття рішень і дослідження операцій полягає в тому, що застосування формальних методів дослідження операцій може бути почато тільки після отримання точного формулювання мети. Рішення полягає у відшуканні оптимального рішення, яке максимізує (або мінімізує) цільову функцію, яка моделює ступінь переваги в значенні досягнення мети. Таким чином, моделі цієї



теорії дозволяють вирішувати задачі прийняття рішень в умовах визначеності. Теорія прийняття рішень як об'єкт дослідження аналізує проблему й формулює мету. Наступними етапами є вибір якнайкращого рішення й інтерпретація його для практики. ТПР закінчує застосування свого апарату тільки після вивчення ступеня визначеності проблеми, яка стояла перед ОПР, і фіксації практичного досвіду.

$$E = \sum_{j=1}^n c_j \times x_j \rightarrow \max (\min);$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \times x_j \leq b_i; \quad i = 1, \dots, m;$$

$$d_j \leq x_j \leq D_j; \quad j = 1, \dots, n,$$

де E – прибуток підприємства;

c_j – вартість реалізації одиниці продукції;

a_{ij} – витрати ресурсів;

b_i – запас i -го ресурсу.

Існує коло задач, заснованих на теорії дослідження операцій, для яких побудовані відпрацьовані математичні моделі, що дозволяють знаходити рішення без участі ОПР. Це задачі розподілу ресурсів, транспортні задачі, задачі масового обслуговування, управління запасами і ряд інших.

Практичні задачі дослідження операцій за змістовною постановкою можна поділити на класи задач, що об'єднані своєю цільовою спрямованістю і різняться підходами та методами рішення. Стисло викладемо їхні особливості [6].

1. Задачі управління запасами

Умови: зі збільшенням запасів зростають витрати на їхнє зберігання, але зменшуються втрати через їхню нестачу.

Задача: визначити такий рівень запасів, який мінімізує суму витрат на зберігання і втрат через дефіцит:

$$Z_{\text{зберігання}} + Z_{\text{втрти}} \rightarrow \min$$

Залежно від умов, задачі управління запасами поділяють на три групи:

- 1) моменти поставок або замовлень на запаси фіксовані, необхідно визначити обсяги запасів, що виробляються чи закупаються;
- 2) обсяги запасів, що виробляються чи закупаються, фіксовані,



необхідно визначити моменти оформлення замовлень на поставки;

3) моменти оформлення замовлень і обсяги запасів, що виробляються чи закуповуються, не фіксовані, необхідно визначити ці величини, виходячи з критерію мінімізації суми витрат і втрат.

2. Задачі розподілу ресурсів

Умови: є набір робіт, які необхідно виконати, а ресурсів для виконання робіт найкращим чином не вистачає.

Задачі розподілу ресурсів залежно від умов поділяють на три групи:

1) задано і роботи і ресурси, необхідно розподілити ресурси між роботами так, щоб максимізувати прибуток (або мінімізувати затрати);

2) задано тільки ресурси, необхідно визначити перелік робіт, які можна виконати і забезпечити при цьому максимум певного показника ефективності;

3) задано тільки роботи, необхідно визначити, які потрібно ресурси, щоб мінімізувати затрати на виробництво.

3. Задачі ремонту і заміни обладнання

Умови: зношене обладнання підлягає або ремонту або заміні. Визначити такий строк ремонту або момент заміни, щоб мінімізувати суму затрат на ремонт і заміну за весь термін експлуатації, тобто:

$$Z_{\text{ремонт}} + Z_{\text{замінв}} \rightarrow \min$$

4. Задачі масового обслуговування

Умови: потік заявок (вимог) випадковий і некерований, внаслідок чого виникають черги у системах обслуговування.

Задача: визначити кількість каналів обслуговування так, щоб мінімізувати втрати від несвоєчасного обслуговування та простоювання обладнання.

5. Задачі впорядкування (складання розкладів, календарного планування)

Умови: є різні деталі з певними технологічними маршрутами і кілька різних обробних станків; одночасно обробляти більше однієї деталі на станку неможливо (тобто можливі черги).

Задача: визначити черговість обробки деталей на кожному станку, за якої мінімізується:

1) загальна тривалість робіт;

2) загальне запізнення по всіх деталях відносно встановленого терміну виконання;

3) максимальне запізнення (відносно деталі, для якої запізнення є найбільшим).

6. Задачі мережевого планування і управління

Умови: комплексна робота складається з ряду окремих робіт (операцій). Для кожної операції відомо, які операції їй передують, а які -



йдуть слідом за нею (тобто вони впорядковані і взаємообумовлені). Відомі тривалість та вартість виконання комплексу робіт і окремих робіт, сировинні, енергетичні та людські ресурси.

Задача 1: визначити моменти початку кожної операції так, щоб укластися в термін виконання комплексу робіт.

Задача 2: розподілити матеріальні та трудові ресурси між окремими роботами.

7. Задачі вибору маршруту (мережеві задачі на транспорті)

Умови: проїзд з міста А до міста Б можливий декількома маршрутами з різними проміжними пунктами. Вартість проїзду і витрати часу залежать від вибраного маршруту.

Задача: визначити найбільш економічний маршрут за обраним критерієм оптимальності (найбільш швидкий, найбільш короткий, найбільш дешевий).

8. Комбіновані задачі

Комбіновані задачі включають кілька типових задач одночасно [6, 8].

4.7 Питання для самоперевірки за темою 4

1. В чому полягає концепція прийняття рішень?
2. Назвіть особливості прийняття рішень в умовах визначеності, часткової невизначеності (ризик) та невизначеності.
3. Які основні функції виконує управлінське рішення? Наведіть приклади.
4. Назвіть складові процесу прийняття управлінського рішення.
5. Назвіть основні вимоги до управлінських рішень.
6. За якими основними ознаками можна класифікувати управлінські рішення?
7. Назвіть класи задач, для яких доцільно застосовувати методи теорії дослідження операцій при прийнятті рішень

ЛЕКЦІЯ 5. БІНАРНІ ВІДНОШЕННЯ ТА МЕХАНІЗМИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

5.1 Вибір альтернатив і нетривіальність задач прийняття рішень

Необхідною умовою існування задач прийняття рішень є наявність декількох допустимих альтернатив. При наявності однієї альтернативи задача прийняття рішень не має сенсу.

Задача прийняття рішень називається тривіальною, якщо вона характеризується одним критерієм K і всім альтернативам A , приписані конкретні числові оцінки відповідно до значень вказаного критерію.

На практиці частіше за все доводиться вирішувати багатокритеріальні задачі, оскільки при оцінці дійсно складних ситуацій рідко вдається обійтися одним критерієм. Наприклад, при оцінці діяльності торгового підприємства розглядаються такі важливі приватні результати, як: об'єм продажів, витрати зберігання товарів, прибуток, оборотність засобів та ін. Саме на значеннях цих результатів частіше всього будують критерії. Одні з них (наприклад, прибуток) бажано максимізувати, інші (наприклад, витрати зберігання) - мінімізувати. Як правило, в цьому значенні критерії ефективності рішення завжди суперечливі. В результаті виявляється, що не існує рішення, якнайкращого одночасно за всіма критеріями. Наприклад, фірма не може отримати максимальний дохід при мінімальних витратах [6].

Задача прийняття рішень перестає бути тривіальною, якщо при одному критерії кожній альтернативі відповідає не точна оцінка (рис. 5.1), а інтервал можливих оцінок (рис. 5.2), що створює умови невизначеності.



Рисунок 5.1. Вибір альтернативи при одному критерію і точній числовій оцінці значень альтернатив

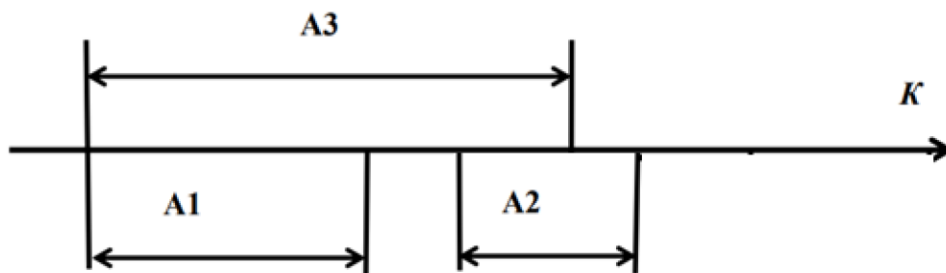


Рисунок 5.2. Вибір альтернативи при одному критерію та інтервальній оцінці значень альтернатив



Якщо при одному критерію кожній альтернативі відповідає розподіл $f(K|A_i)$ на значеннях вказаного критерія, то створюються умови ризику (рис. 5.3).

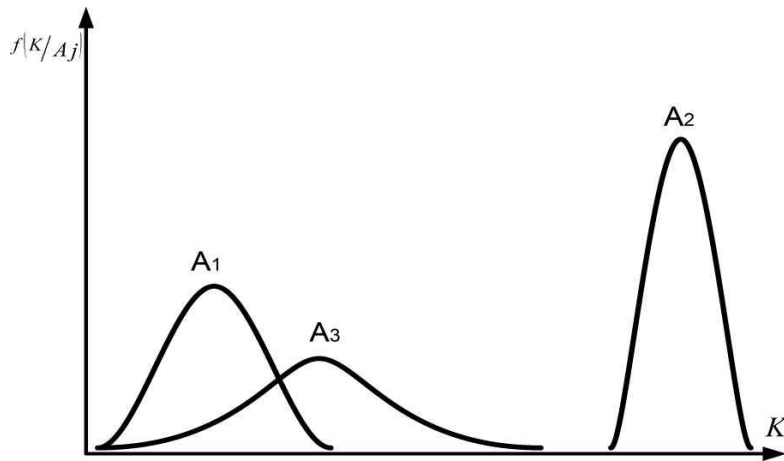


Рисунок 5.3. Вибір альтернативи при одному критерію в умовах ризику

Наявність невизначених чинників, особливо в поєднанні з багатокритеріальністю, істотно ускладнює прийняття рішень. Навіть якщо діє найбільш вивчений у теоретичному відношенні чинник - випадковість, і навіть якщо задача однокритеріальна, то прийняти рішення не просто, оскільки потрібно враховувати відношення ОПР до ризику, до можливості понести втрати або збитки через несприятливий збіг обставин.

Для випадку з іншими по своїй природі невизначеностями (поведінкової, природної) ситуація прийняття рішення ще більш ускладнюється. Наприклад, частка на ринку збуту, на яку може розраховувати ОПР, часто є невизначеною.

На «суміжних сегментах» ринку конкуренти, як правило, переслідують власну мету, часто невідому ОПР, що робить процес вироблення рішення надзвичайно складним.

Таким чином, нетривіальними є задачі прийняття рішень в умовах наявності багатьох критеріїв, ризику та невизначеності [6].

5.2 Загальні принципи структуризації альтернатив

Основою прийняття рішень щодо варіантів рішень або вибору тих або інших альтернатив є їх порівняння або опис переваг ОПР.

Нижче приведені найпоширеніші з цих способів.

Ранжування – процес визначення рангів, відносних кількісних оцінок ступенів відмінностей за якісними ознаками. При цьому не оговорюють "на скільки" один елемент переважає інший.

Завдання функції переваги або безпосереднє оцінювання -



кожному об'єкту ставиться відповідно деяке число, наприклад, оцінка його якості в балах, оцінка студента на іспиті.

Завдання функції вибору $X^* = F(X)$, яка для будь-якої підмножини X множини A ($X \in A$) дає підмножину ($X^* \in X$) кращих, з погляду ОПР, елементів множини X .

Наприклад, функція мети в оптимізаційних задачах теорії дослідження операцій.

Парне порівняння - це встановлення переваги об'єктів при порівнянні всіх можливих пар.

Тут не потрібно, як при ранжуванні, упорядковувати всі об'єкти. Необхідно в кожній з пар виявити більш значущий об'єкт або встановити їх рівність. При використанні методу частіше за все складається матриця розміром $n \times n$, де n - кількість порівнюваних об'єктів, яку називають бінарним відношенням.

Рангом називається ступінь відмінності по якійсь ознаці, наприклад, розташування факторів у порядку їх суттєвості, значимості в даному дослідницькому контексті.

Ранжування застосовується у випадках, коли неможлива або недоцільна безпосередня оцінка.

Розрізняють парне порівняння альтернатив без використання критеріїв і з використанням критеріїв. Далі розглядається варіант парного порівняння без використання критеріїв [6].

5.3 Некритеріальне структурування альтернатив

Хай ϵ сукупність об'єктів A (наприклад, варіанти стратегій, результати, предмети і т. п.) і \in ОПР, для якого дані об'єкти не рівнозначні, тобто ОПР володіє деякою системою переваг на цій множині.

5.3.1 Метод «порівняльної переваги» елементів

При цьому задають порівняльну перевагу для кожної пари елементів a і b у вигляді:

- а) "віддати перевагу a перед b ", або $a > b$;
- б) "віддати перевагу b перед a ", або $b > a$;
- в) " a і b мають рівну перевагу", або $a = b$;
- г) " a і b незрівнянні".

Множина пар вигляду $\langle x, y \rangle$, для яких правильно: "віддати перевагу x перед y ", називається бінарним відношенням строгої переваги P .

Пари $\langle x, y \rangle$ із рівною перевагою елементів утворюють бінарне відношення байдужості I .

Пари $\langle x, y \rangle$ незрівнянних елементів складають множину N - бінарне відношення незрівнянності за перевагою.

У теорії прийняття рішень звичайно передбачається, що множини, на яких задаються відношення переваги, складаються з більш, ніж 2-х елементів - принцип парнодомінантності.

Наприклад, порівняння альтернатив множини: $\{a, b, c, d, e\}$, де $(c > d > a = e > b)$, приводить до нестрогого ранжування, яка з номерами рангів має такий вигляд (табл. 5.1).

Таблиця 5.1. Приклад нестрогого ранжування

№ ранга	Альтернатива
1	c
2	d
3	a, e
4	b

У результаті отримано структуровану множину без використання поняття "критерій".

Але не завжди можна виконати таке ранжування.

Наприклад, результат порівняння альтернатив $\{a, b, c, d, e\}$ такий: $a > b, a > e, a = c, a = d, b > c, c > d, d > e$.

Ці результати подано на рис. 5.4.

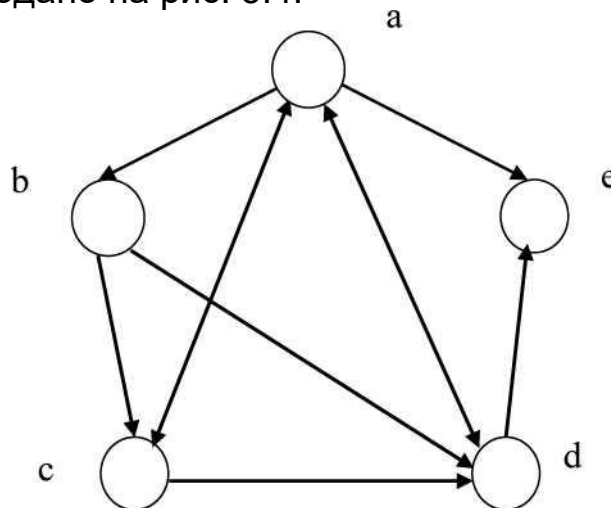


Рисунок 5.4. Результат порівняння альтернатив

Такий варіант можливий, коли порівняння альтернатив виконують різні експерти.

Існує безліч варіантів перетворення подібних структур у ранжування. Найбільш часто зустрічається метод "рядкових сум" [6, 7].

5.3.2 Метод «рядкових сум»

Для реалізації методу будують матрицю парних порівнянь альтернатив (табл. 5.2).

Таблиця 5.2. Ранжирування альтернатив за рядковою сумою

Альтернативи	a	b	c	d	Сума в рядку	Ранг альтернативи
a	—	1	0	1	2	1
b	1	—	1/2	1	1,5	2
c	1	1/2	—	0	1,5	2
d	0	0	1	—	1	3

Матриця заповнюється таким чином:

1 означає, що альтернатива з ім'ям рядка краще за альтернативу з ім'ям стовпця;

0 означає, що альтернатива з ім'ям рядка гірше за альтернативу з ім'ям стовпця;

1/2 означає, що альтернатива з ім'ям рядка рівна альтернативі з ім'ям стовпця.

Альтернативи проходять ранжування по значенню рядкової суми (табл. 5.2).

Одна з можливих модифікацій методу полягає в такому:

- 1) складається матриця бінарних переваг, в якій перевага альтернатив виражається за допомогою булевих змінних;
- 2) визначається ранг кожної альтернативи шляхом підсумовування булевих змінних за відповідним рядком матриці.

Приклад прийняття рішення про вибір виду транспорту в місті. З метою поліпшення екологічного стану в місті, пов'язаного з проблемою транспорту, необхідно прийняти рішення про вибір варіанта розширення транспортної мережі [6]. ОПР проводить оцінку 4-х альтернатив, які пов'язані з рішенням транспортної проблеми:

a - додати лінії метрополітену;

b - придбати додаткову кількість автобусів;

c - розширити транспортну мережу;

d - ввести швидкісний трамвай.

Матриця бінарних переваг, складена експертом, має вигляд:

Альтернатив	a	b	c	d	Ранг	Вага
a	—	1	1	1	3	0,5
b	0	—	0	0	0	0
c	0	1	—	1	2	0,33
d	0	1	0	—	1	0,17

Ранг кожної альтернативи (сума по рядках):

$$R_a = 3, R_b = 0, R_c = 2, R_d = 1.$$

Ці числа вже характеризують важливість об'єктів.

Нормування рангів дозволяє отримати їх вагу:

$$V_a = 3/6 = 0,5; V_b = 0; V_c = 0,33; V_d = 0,17.$$

Сума ваг дорівнює 1.

Звідси порядок переваги альтернатив: a, c, d, b .

5.3.3 Метод безпосередньої оцінки альтернатив

У методі безпосередньої оцінки, як правило, спочатку виконують оцінку, а потім ранжування.

Наприклад, експерт оцінив по шкалі від 0 до 100 дев'ять напрямів досліджень з точки зору їх важливості для підвищення прибутку фірми. Причому ранг 1 присвоюється максимальній оцінці. В результаті отримані такі ранги проектів (табл. 5.3).

Таблиця 5.3. Ранги проектів

Напрямок досліджен	a	b	c	d	e	f	g	h	k
Оцінка	40	30	100	90	20	80	60	70	50
Ранг	7	8	1	2	9	3	5	4	6


Отже, розрізняють тривіальні і нетривіальні задачі прийняття рішень. Основою прийняття рішень щодо варіантів рішень або вибору тих або інших альтернатив є їх порівняння або опис переваг ОПР. Розрізняють наступні основні методи порівняння альтернатив: ранжування об'єктів, завдання функції переваги, завдання функції вибору, парне порівняння [6].

Розрізняють некрітеріальне і критеріальне порівняння альтернатив. При роботі з бінарними відносинами використовують методи: "рядкових сум" і "безпосередньої оцінки".

5.4 Кваліметрія в системі переваг та шкали оцінювання альтернатив

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 містять більший або менший об'єм інформації і володіють різною здібністю до математичної формалізації.

Кваліметрія – наука, що вивчає методологію та проблематику



вимірів та кількісного оцінювання якості будь-яких об'єктів, предметів, явищ або процесів реального світу.

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

Якість є якнайповнішою характеристикою будь-якого об'єкта.

Якість - філософська категорія, що виражає істотну визначеність об'єкта у вигляді сукупності різних властивостей, що виявляються у взаємодії об'єкта із зовнішнім середовищем.

Показник властивості якості - кількісна характеристика (міра) властивості.

Вимірювання - акт присвоєння об'єктам числових значень згідно з деякою системою правил.

Для виконання вимірювань важливі три властивості чисел: тотожність, ранговий порядок, аддитивність [6].

Ці властивості виражаються такими дев'ятьма аксіомами.

Тотожність

1. Або $A = B$, або $A \neq B$ (два числа або тотожні, або відмінні).
2. Якщо $A = B$, то $B = A$ (відношення рівності симетрично).
3. Якщо $A = B$ і $B = C$, то $A = C$ (відношення рівності транзитивно).

Ранговий порядок

4. Якщо $A > B$, то $B < A$.
5. Якщо $A > B$ і $B > C$ то $A > C$.

Аддитивність

6. Якщо $A = P$ і $B > 0$, то $A + B > P$.
7. $A + B = B + A$.
8. Якщо $A = P$ і $B = Q$, то $A + B = P + Q$.
9. $(A + B) + C = A + (B + C)$.

Приведені аксіоми дозволяють визначити чотири типи шкал вимірювання:

- найменувань;
- порядку (рангова);
- інтервалів;
- відносин.

Шкала найменувань

У шкалі найменувань числа використовуються як найменування об'єктів. Наприклад, шкалою найменувань є номери документів у проектній документації, номери телефонів, номери будинків на вулиці, номери гравців у команді і т. д. Шкала не допускає ніяких операцій з числами, по суті це якісна шкала, яка допускає деякі статистичні операції з даними: оцінку кількості індивідів у кожному класі, оцінку коефіцієнта кореляції тощо.

Шкала порядку (рангова шкала)

Шкала порядку утворюється в результаті розташування об'єктів у



порядку зростання або убування міри певної властивості.

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, слабого, сильного порядку.

У шкалі простого порядку не виникають проблеми з порівнянням об'єктів.

У шкалі слабого порядку можуть мати місце випадки, коли "об'єкт А, щонайменше, так само добрий, як і В". Кожному елементу ряду в цих шкалах приписують числове значення (в порядку зростання або убування) і допускаються статистичні операції отримання частот або мод, обчислюються медіани, проценти, коефіцієнти рангової кореляції.

У шкалі сильного порядку експерт не тільки упорядковує об'єкти за якою-небудь ознакою або властивістю, а й указує силу цієї переваги, наприклад в межах $[0,1]$.

Прикладом може бути визначення журі переможців і призерів конкурсу. Тут експерти повинні вирішити, що учасник, який зайняв перше місце, виявився переважним (з погляду мети конкурсу) відносно учасника, що зайняв друге місце і т. д.

Шкала інтервалів

Шкала інтервалів побудована з рівномірних інтервалів і є більш сильною (порівняно зі шкалою порядку).

Наприклад, шкала часу розбивається на річні інтервали, шкала температур по Цельсію розбита на інтервал температур в 1 градус. На будь-якій ділянці шкали однаковий інтервал означає однакову міру ознаки.

Прикладом оцінки по інтервальній шкалі є оцінювання знань студентів під час проведення іспиту. Тут експерт-викладач, оцінюючи рівень знань студентів, повинен не тільки вирішити, що один студент знає матеріал краще за інших, але сказати, на скільки краще. Вимірювання фактично проводиться по шкалі з дванадцяти балів. При цьому рівень знань, який відповідає нульовому балу (нульова точка) не відомий.

Вимірювання по інтервальній шкалі використовується при виставлянні експертами-суддями оцінок у таких видах спорту, як фігурне катання, стрибки у воду, художня і спортивна гімнастика.

Шкала відносин (абсолютна шкала)

Це шкала інтервалів, у якої початок відліку (нульова точка) співпадає з нульовою мірою даної ознаки.

Це найсильніша зі всіх приведених шкал.

Наприклад, по шкалі Кельвіна початок відліку температури відповідає точці, в якій припинений тепловий рух (абсолютний нуль), друга реперна точка - це точка танення льоду, яка на шкалі Цельсія (шкалі інтервалів) прийнята за нульовий відлік. Маса, довжина, електричний опір і тому подібне вимірюються по шкалі відносин.

Абсолютною є шкала, у якої є абсолютний нуль і абсолютна одиниця.



Такою шкалою є послідовність натуральних чисел. Особливістю цієї шкали є її безрозмірність, що дозволяє виконувати над свідченнями цієї шкали такі операції, які недопустимі для свідчень інших шкал [6].

Вимірювання у цій шкалі відрізняється від інтервального тим, що в ній встановлюється нульова точка, що відповідає повній відсутності вираженості вимірюваної властивості.

В силу абсолютності нульової точки, при порівнянні об'єктів ми можемо сказати не тільки про те, наскільки більшою чи меншою виражено властивість, але й про те, у скільки разів (на скільки відсотків і т.д.) більше або менше вона виражена. Вимірявши час вирішення завдання парою піддослідних, ми можемо сказати не тільки про те, хто і на скільки секунд (хвилин) вирішив завдання швидше, а й про те, у скільки разів (на скільки відсотків) швидше.

Психометрична шкала Сааті (шкала експертного оцінювання пріоритетів або переваг)

Відомий американський фахівець з системного аналізу Т. Сааті запропонував шкалу відносної важливості або переваги одного об'єкта перед іншим. Причому оцінка виконується експертом або ОПР. Тому шкалу називають психометричною. Шкала дозволяє порівнювати чинники з різною кваліметричною основою. Одні чинники вимірюються в таких шкалах як шкала найменувань або рангова шкала, інші - в таких шкалах як шкала інтервалів або відносин. Крім того різні чинники, що вимірюються в сильних шкалах, можуть мати різну розмірність (метри, кілограми, секунди, гривні). Шкала Сааті дозволяє отримати раціональні співвідношення між чинниками різної природи. В табл. 5.4 приведена шкала Сааті [6].

Таблиця 5.4. Шкала Сааті

Ступінь переваги одного об'єкта над іншим	Міра важливості (значущості) переваги
Рівна важливість (значущість). <i>Немає переваг</i>	1
Слабка перевага за важливістю (значущістю). <i>Слабка перевага</i>	3
Істотна або сильна перевага за важливістю (значущістю). <i>Сильна перевага</i>	5
Дуже сильна або значна перевага за важливістю (значущістю). <i>Дуже сильна перевага</i>	7
<i>Абсолютна перевага</i>	9
Проміжна оцінка міри переваги між сусідніми значеннями	2, 4, 6, 8



Якщо співвідношення між елементом a_i та a_j визначено оцінкою e_{ij} , то співвідношення між елементом a_j та a_i визначено оцінкою $1/e_{ij}$.

Вибір дискретної шкали (1 ... 9) для оцінки порівняльної міри важливості (значущості або рівня переваг), одержуваної в результаті висловів думок експертом, ґрунтується на таких передумовах.

1. Якісні відмінності значущі на практиці і володіють елементом точності, коли величина параметрів порівнюваних об'єктів одного порядку або об'єкти близькі за властивістю, за якою вони порівнюються.

2. Психометричні властивості людини дозволяють достатньо добре проводити якісні розмежування мір властивостей об'єктів за такими рівнями: немає відмінності, слаба відмінність, сильна відмінність, дуже сильна відмінність, абсолютна відмінність.

Так були отримані дев'ять рівнів ступенів відмінності, які можуть бути добре узгоджені.

3. У психології існує поняття психологічної межі здатності людини одночасно розрізняти певну кількість предметів за якою-небудь властивістю. Ця межа рівна 7 ± 2 , тому для створення шкали, на якій ці об'єкти будуть помітні, знадобилося 9 точок [6].

Правомочність і перевага цієї шкали доведена практикою.

5.5 Експертні методи

У випадках неординарності проблеми (труднощі, новизна, недостатність наявної інформації, неможливість математичної формалізації процесу рішення) звертаються до рекомендацій компетентних фахівців у своїй проблемній області.

Експертиза - процедура отримання оцінок від експертів.

Експертні методи - засновані на думках експертів у даній галузі знань з наступною обробкою отриманих результатів з метою виявлення основних критеріїв і тенденцій, властивих об'єкту, або для обґрунтованого прийняття рішень. Базою для яких є знання і досвід, накопичені експертами в конкретній області у минулому.

Експертним методам властиві певні переваги і недоліки.

Перевагами є те, що вони дозволяють ухвалювати рішення, коли об'єктивні методи (методи, засновані на обробленні фактологічного матеріалу, зокрема числових даних) не можуть бути використані.

Експертні методи, що проводяться із залученням кваліфікованих експертів, дозволяють дати точну оцінку. Проведені експерименти свідчать, що при правильній методиці експертної оцінки похибка результатів може складати 5 –10%, що допускається для вимірювальних методів [6, 8].



До недоліків експертних методів відносяться суб'єктивізм, обмеженість застосування, в окремих випадках – високі витрати на їх проведення.

Суб'єктивізм експертних методів є наслідком того, що експертна оцінка проводиться кожним експертом індивідуально і представляє психологічну реакцію експерта на фізичні і хімічні характеристики об'єкта експертизи. Проте слід мати на увазі, що експертна оцінка складається з думок декількох експертів, кожен з яких є фахівцем в певній галузі знань.

Унаслідок значної частки суб'єктивізму експертні методи мають певні обмеження. Їх використання раціональне в двох випадках:

по-перше, коли поставлені перед експертами цілі не можуть бути вирішені іншими методами;

по-друге, коли наявні альтернативні методи дають менш точні і достовірні результати або пов'язані з більшими витратами.

Методи групового опитування експертів – методи, засновані на проведенні опитування групи експертів з подальшим аналізом і обробкою отриманої від них інформації.

Метою цих методів є отримання групової експертної оцінки для приймання остаточних рішень.

Підставою для вибору є необхідність ухвалення складних рішень в ситуації невизначеності або складання науково обґрунтованого прогнозу, що вимагає участі групи незалежних і компетентних фахівців у вузькій області або багатьох галузях знань (наприклад, знань однорідною групи товарів або всіх продовольчих товарів).

Основні переваги групової експертної оцінки полягають в можливості різностороннього аналізу кількісних і якісних аспектів проблем що досліджуються. Взаємодія між експертами дозволяє значно збільшити обсяг сумарної інформації, якою володіє група експертів, в порівнянні з інформацією будь-якого члена групи. До того ж кількість чинників, врахованих при груповій оцінці і впливають на результативність ухвалюваного рішення, більше, ніж сума чинників, врахованих одним експертом. При груповій оцінці менша помилка прийняття основних рішень і показників, що не мають суттєвого значення для вирішення проблеми. Тому важливою перевагою групової оцінки є можливість отримання узагальненого результату.

До недоліків групових оцінок відносяться:

труднощі в отриманні надійної і узгодженої оцінки;

отримання неоднакових відповідей на одне і те ж питання з великою різницею думок через різну компетентність експертів;

отримання однозначних відповідей не гарантує їх обґрунтованість і достовірності, причому при проведенні експертизи це неможливо перевірити;

більша кількість невірної інформації в групі експертів, чим у окремого експерта, може призвести до значних помилок в кінцевих результатах;



можливість конфронтації, коли окремі експерти через невпевненість або інші причини можуть погоджуватися з думкою більшості.

Незважаючи на вказані недоліки, експериментально встановлено, що при дотриманні певних вимог групова оцінка надійніша, ніж індивідуальна. До таких вимог відносяться: прийнятний розподіл оцінок; групова надійність; підготовка експертизи.

Ефективність експертизи залежить від точності і надійності отриманих результатів, тобто від застосованих методів і від кваліфікації експерта. Вибір експерта є складним завданням, частіше за все враховують декілька особистих властивостей: компетентність — професійну і кваліметричну, зацікавленість експерта в результатах експертизи, ставлення до справи, об'єктивність. Майже не враховуються такі риси, як схильність до ризику, інші психологічні особливості [6].

Етапи підготовки і проведення експертизи

Якість одержуваних експертних оцінок значною мірою визначається підготовкою експертизи, а також вживаними методами обробки інформації, одержуваної від експертів. Єдиних правил підготовки і проведення експертизи немає.

Проте можна виділити основні етапи її підготовки і проведення. До них відносяться:

- 1) формулювання мети експертного аналізу;
- 2) формування групи організаторів експертизи;
- 3) розробка процедур проведення експертної оцінки;
- 4) підбір експертів;
- 5) отримання експертних оцінок;
- 6) обробка результатів опиту і аналіз отриманих даних;
- 7) встановлення ступеня досягнення мети експертизи.

З погляду підтримки прийняття рішень найбільший інтерес представляють два етапи: отримання експертних оцінок, обробка результатів опитування і аналіз отриманих даних. До основних методів експертного оцінювання відносяться: ранжування, метод переваг, безпосередня оцінка, парне порівняння. Вони можуть застосовуватися як у випадку роботи одного експерта, так і групи експертів. Оскільки в процесі експертного оцінювання переважно беруть участь декілька фахівців, то процес обробки їх рішень підлягає узгодженню [6, 7].

Коефіцієнт конкордації

Нехай m експертів проводять ранжування n факторів. Кожному фактору кожний експерт присвоює ранг – ціле число від 1 до n , приписуючи ранг 1 найбільш важливому фактору, ранг 2 – наступний по важливості і т.д.

На підставі цих даних складається матриця рангів

$$A = \begin{matrix} & a_{11} & a_{21} & \dots & a_{n1} \\ a_{12} & a_{22} & \dots & a_{n2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{1m} & a_{2m} & \dots & a_{nm} \end{matrix}$$

де a_{ij} - ранг j -го фактору ($j = 1, \dots, n$), визначений i -м експертом ($i = 1, \dots, m$), номери рядків відповідають номерам експертів, а номери стовпців – номерам факторів. Це означає, що i -й рядок являє собою думку i -го експерта про усі фактори, а j -й стовпець – думка усіх експертів з приводу j -го фактора.

На основі даних сформованої матриці A обчислюємо:

$$d_j = \sum_{i=1}^m a_{ij} \text{ – сума рангів } j\text{-го фактора;}$$

$$\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m a_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n d_j = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (n+1) \text{ – середнє значення усіх рангів;}$$

$S = \sum_{j=1}^n (d_j - \bar{d})^2$ – сума квадратів відхилень від середнього для кожного з факторів.

Ступінь погодженості оцінок експертів характеризує **коефіцієнт конкордації**:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)}$$

Коефіцієнт конкордації змінюється від нуля (відсутність згоди в оцінках експертів) до одиниці (повна згода). Статистичну значущість коефіцієнта W визначають залежно від числа факторів. При $n \geq 7$ використовують критерій Пірсона

$$\chi_p^2 = m \cdot (n - 1) \cdot W$$

Розраховане значення порівнюють із критичним, обчисленим для заданого рівня значущості α і числа ступенів вільності $k = n - 1$. Гіпотеза про наявність згоди між фахівцями приймається в тому випадку, якщо $\chi_p^2 \geq \chi_{кр}^2$. Значення $\chi_{кр}^2$ визначається з таблиці розподілу Пірсона, або за допомогою функції Excel $\text{ХИ2ОБР}(\alpha; n-1)$ [6].

Приклад. Судді розставили оцінки шістьом учасникам змагань. Встановити наскільки погоджені оцінки суддів.



Розв'язання. Для обчислення коефіцієнта конкордації треба знайти значення S . Для цього необхідно спочатку визначити середнє значення всіх рангів

$$\bar{d} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (n+1) = 0,5 \cdot 3 \cdot (6+1) = 10,5.$$

Обчислюємо для кожного фактора суми рангів (d_j), відхилення від середнього ($d_j - \bar{d}$) та $(d_j - \bar{d})^2$.

Результати розрахунків наведені в таблиці.

		Учасники					
		А	Б	В	Г	Д	Є
Судді	1	5	4	1	6	3	2
	2	4	6	2	3	5	1
	3	3	4	2	6	5	1
d_j		12	14	5	15	13	4
$(d_j - \bar{d})$		1,5	3,5	-5,5	4,5	2,5	-6,5
$(d_j - \bar{d})^2$		2,25	12,25	30,25	20,25	6,25	42,25

$$S = (2,25 + 12,25 + 30,25 + 20,25 + 6,25 + 42,25) = 113,5,$$

$$W = \frac{12 \cdot 113,5}{(216 - 6) \cdot 9} = 0,72$$

Перевірка умов погодженості думок експертів:

$W = 1$ - оцінки всіх експертів збігаються;

$W = 0$ - експерти дали різні оцінки, тобто в думках експертів є повна неузгодженість [6, 7].

Можна вважати думки експертів узгодженими, якщо $W \geq 0,7$.



5.7 Питання для самоперевірки за темою 5

1. За яких умов задача прийняття рішень називається тривіальною, за яких - нетривіальною? Наведіть приклади.
2. Назвіть особливості методу «порівняльної переваги» елементів.
3. Назвіть особливості методу «рядкових сум».
4. Охарактеризуйте метод безпосередньої оцінки альтернатив, за яких умов його доцільно застосовувати?
5. Назвіть типи шкал вимірювання, наведіть приклади.
6. Що собою представляє психометрична шкала Сааті, якими критеріями керувався її розробник?
7. Назвіть переваги і недоліки, властиві експертним методам.
8. Яким чином можна перевірити узгодженість думок групи експертів?

ЛЕКЦІЯ 6. МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЗА УМОВ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОСТІ

6.1 Структурування альтернатив з використанням критеріїв

Раніш було розглянуто варіанти бінарного порівняння без використання критеріїв. Звичайно для опису переваг використовуються числові функції (*які за таких умов називаються критеріями*), визначені на множині результатів вибору. Значення критерію характеризує ступінь інтенсивності деякої властивості результату, важливого з погляду поставленої мети.

У загальному випадку критерій представляють у вигляді деякої оцінної функції, приймаючої значення на деякій множині оцінок, або у вигляді правила, за яким вибирається «якнайкраща альтернатива», яка відповідає максимальному або мінімальному значенню оцінної функції (залежно від значення критерію).

Окремим випадком є прийняття рішень на підставі **одного критерію**. Такий варіант можливий у випадку задач **в умовах повної визначеності**, коли критерій виражають у вигляді функції мети, а вибір альтернатив полягає в рішенні оптимізаційної задачі.

У реальних ситуаціях доводиться приймати рішення на підставі множини критеріїв.

Наприклад, при покупці устаткування розглядаються декілька критеріїв: вартість, надійність, продуктивність та інші. Наявність декількох критеріїв робить задачу прийняття рішень багатокритеріальною.

Наступний приклад ілюструє необхідність визначення важливості критерію при виборі рішення. Кількість балів, яку набрали абітурієнти на зовнішньому незалежному оцінюванні (ЗНО):

Тараненко: математика - 88, література - 69.

Писаренко: математика - 63, література - 92.

Стратегія S_1 - прийняти у ВНЗ Тараненко, стратегія S_2 - прийняти у ВНЗ Писаренко. З погляду технічного ВНЗ переважає стратегія S_1 , з погляду гуманітарного - стратегія S_2 .

Задача багатокритеріального прийняття рішень визначається множиною можливих рішень A , векторним критерієм K і системою переваг на множині A .

Мета рішення задачі - пошук «оптимальної в певному розумінні альтернативи» (групи альтернатив) з урахуванням відносин переваги на основі векторного критерію, який визначає ОПР.

Звичайно для порівняння альтернатив на підставі критеріїв використовується критеріальна таблиця (табл. 6.1).

Таблиця 6.1 - Критеріальна таблиця

Альтернативи	Критерії			
	k_1	k_2		k_m
a_1	x_{11}	x_{12}		x_{1m}
a_2	x_{21}	x_{22}		x_{2m}
a_n	x_{n1}	x_{n2}		x_{nm}

У рядках знаходяться альтернативи, в стовпцях - критерії, на перетині рядків і стовпців - оцінка альтернатив по відповідних критеріях.

У теорії багатокритеріального аналізу метод структуризації альтернатив називають вирішальним правилом. Пошук рішення багатокритеріальної задачі не є проблемою, якщо перевага по одному критерію спричиняє за собою таку ж перевагу по іншому критерію, тобто критерії кооперуються. Наприклад, при покупці комп'ютера покупець прагне придбати престижний, дорогий інструмент, або навпаки скромний та недорогий інструмент [6].

Рішення багатокритеріальної задачі також не представляє особливої складності, якщо критерії нейтральні один відносно одного. Наприклад, при покупці комп'ютера покупець прагне придбати надійний, з сучасним дизайном інструмент. У загальному випадку критерії конкурують один з одним. Наприклад, невисока вартість і престижність комп'ютера. Аналіз таких ситуацій здійснюють за допомогою визначення множини Парето.

6.2 Недомінуючі альтернативи Еджворта - Парето

Наприклад, при покупці комп'ютера покупець прагне придбати надійний, з високою швидкістю обчислень, високою роздільною здатністю відеокарти, недорогий інструмент.

Нехай оцінка трьох альтернатив виконувалася на основі двох критеріїв: вартість і надійність (табл. 6.2).

Таблиця 6.2 - Оцінка трьох альтернатив за двома критеріями

Альтернативи	Критерій	
	Вартість	Надійність
a_1	Середня	Низька
a_2	Висока	Висока
a_3	Низька	Висока

Тут альтернатива a_3 є найпереважнішою, оскільки вона не гірша решти альтернатив по всіх критеріях.

Альтернатива a_j є домінуючою відносно альтернативи a_i , якщо по всіх критеріях оцінки альтернативи a_j не гірше, ніж альтернативи a_i , а хоча б по одному критерію оцінка a_j краще.

При цьому передбачається існування деякої функції f , яка дозволяє перевести якісну оцінку альтернативи за критерієм (за декількома критеріями) у кількісну оцінку, придатну для подальшого оцінювання. Тоді можна стверджувати, що

$a_j \geq a_i$, тоді і тільки тоді, коли $f(a_j) \geq f(a_i)$.

Таблиця 6.3 - Шкала оцінки для за двох критеріїв

Вартість	Оцінка	Надійність	Оцінка
Низька	3	Низька	1
Середня	2	Середня	2
Висока	1	Висока	3

При цьому альтернатива a_j називається домінуючою. В прикладі альтернатива a_3 є домінуючою відносно альтернатив a_1 і a_2 .

Альтернативи a_1 і a_2 не знаходяться у відношенні домінування: по вартості краще альтернатива a_1 , по надійності - альтернатива і a_2 . Ці альтернативи незрівнянні.

Альтернатива a_j , для якої не існує альтернативи a_i , кращої по всіх критеріях одночасно, називається недомінуємою або оптимальною по Парето. **Альтернативи, що належать множині Еджворта - Парето, прийнято називати незрівнянними - кожна з них перевершує будь-яку іншу по якомусь з критеріїв.**

У прикладі дві альтернативи a_1 і a_2 належать множині Парето (Еджворта – Парето).

Вільфредо Парето (1848 - 1923) - італійський економіст-соціолог, який першим звернув увагу на те, що починати впорядкування багатокритеріальних альтернатив треба, починаючи з видаленням явно



гірших. З ім'ям В. Парето пов'язано ще одне математичне поняття «діаграма Парето» - гістограма, впорядкована по убутанню «стовпчиків».

Ф. Еджворт - англійський вчений, спеціалізувався в питаннях математичної економіки. Поняття «Парето-оптимальне рішення» для випадку двох критеріїв, ввів до того, як в загальному вигляді його було сформульовано В. Парето.

Принцип, за словами Вільфредо Парето проголошує: «Слід вважати, що будь-яка зміна, яка нікому не завдає збитків і яка приносить людям користь (за їх власною оцінкою), є поліпшенням». Таким чином визнається право на всі зміни, які не приносять нікому додаткової шкоди [6].

Множина станів системи, оптимальних за Парето, називають «множиною Парето», «множиною альтернатив, оптимальних в сенсі Парето», або «множиною оптимальних альтернатив».

Ситуація, коли досягнута ефективність за Парето – це ситуація, коли всі вигоди від змін вичерпані.

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

Оптимум за Парето (*у суспільному змісті*) проголошує, що добробут суспільства досягає максимуму, а розподіл ресурсів стає оптимальним, якщо будь-яка зміна цього розподілу погіршує добробут хоча б одного суб'єкта економічної системи. Відповідно до критерію Парето (критерію зростання суспільного добробуту), рух у бік оптимуму можливий лише при такому розподілі ресурсів, що збільшує добробут принаймні однієї людини, не завдаючи шкоди нікому іншому.

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

При пошуку однієї переважної альтернативи необхідні додаткові відомості про критерії, які змогли б зменшити множину Парето.

Рішення багатокритеріальної задачі зводиться до таких етапів.

1. Визначення множини непокращуваних рішень за Парето.
2. Отримання додаткової інформації про критерії.
3. Використання додаткової інформації про критерії доти, поки множина Парето не міститиме тільки одну альтернативу або групу альтернатив і «згортання» критеріїв [6].

6.3 Моделі і методи прийняття рішень в умовах багатокритеріальності

Існує безліч різноманітних методів прийняття рішень в умовах багатокритеріальності. Розглянемо деякі з них.

Порівняння на основі єдиної порядкової шкали

Отримана множина альтернатив підлягає подальшій оцінці (ранжуванню або структуризації). Поширеним методом впорядкування альтернатив є парне порівняння на основі якісної інформації з використанням «єдиної порядкової шкали».

Таблиця 6.4 - Єдина порядкова шкала для оцінювання альтернатив

Ранг	Критерій 1 (n позицій)	Критерій 2 (m позицій)
1	Значення № 1 критерію 1	Значення № 1 критерію 2
2	Значення № 2 критерію 1	Значення № 2 критерію 2

n×m	Значення № n критерію 1	Значення № m критерію 2

З використанням сформованої шкали проводиться заповнення таблиці для оцінювання альтернатив [6].

Таблиця 6.5 - Оцінювання альтернатив на основі єдиної порядкової шкали

Альтернат	Критерій 1	Критерій 2	Ранг
a_1	k_{11}	k_{12}	r_1
a_2	k_{21}	k_{22}	r_2
a_n	k_{n1}	k_{n2}	r_n

Наприклад, необхідно упорядкувати студентів певної групи за оцінками, отриманими з математики і фізкультури, виходячи з п'ятибальної системи оцінок (двійки не беруться до уваги). Причому, вважається, що математика важливіше. Для цього виконується впорядкування поєднання оцінок таким чином (табл. 6.6).

Порівняння будь-якої пари студентів зводиться до пошуку в таблиці поєднань значень критеріїв і відповідних їм рангів [6, 7].

Таблиця 6.6 - Єдина порядкова шкала для ранжирування успішності студентів

Ранг	Математика	Фізкультура
1	5	5
2	5	4
3	5	3
4	4	5
5	4	4
6	4	3
7	3	5
8	3	4
9	3	3

Наприклад, в табл. 6.7 приведені результати ранжирування студентів за результатами здачі екзаменів з двох дисциплін на підставі даних табл. 6.5.

Таблиця 6.7 - Ранжування студентів за результатами здачі двох екзаменів

Студент	Оцінка з математики	Оцінка з фізкультури	Ранг
Студент 1	5	3	3
Студент 2	5	5	1
Студент 3	3	4	8
Студент 4	4	4	5
Студент 5	5	4	2
Студент 6	3	3	9
Студент 7	3	5	7
Студент 8	4	5	4
Студент 9	4	3	6

Таблиця такого типу називається **«єдиною порядковою шкалою»**. Недоліком методу є громіздкість побудови шкали при великій кількості критеріїв [6].

6.4 Методи прийняття рішень на основі згортки критеріїв

Метод головного критерію

У методі головного критерію вибирається один з критеріїв, який якнайповніше відображає мету прийняття рішень. Решта критеріїв враховується тільки з погляду можливої вказівки їх нижніх меж. Таким чином, багатокритеріальна задача прийняття рішень замінюється однокритеріальною задачею з критерієм K_i , де оптимальне рішення відповідає вибору альтернативи a^* , для якої виконується умова:

$$a^* = \operatorname{arg\,max}_{a \in A} K_i(a) \quad (6.1)$$

при обмеженнях $K_j(a) \geq \lambda_k, k \neq i$,

де λ_k – нижня межа k -го критерію.

Далі наведений приклад використання методу головного критерію при прийнятті рішення про вибір кандидатів на посаду [6].

Використовується трьохбальна система оцінки кандидатів на посаду по двох критеріях: «Освіта» і «Досвід» (табл. 6.8). *Не вдаючись у деталі, вважаємо, що чим вище оцінка в балах, тим краще.*

Таблиця 6.8 - Критеріальна таблиця вибору кандидатів на посаду

Кандидати	Критерії	
	Освіта	Досвід
A ₁	1	3
A ₂	2	2
A ₃	2	1
A ₄	1	2
A ₅	3	1

Перш за все, необхідно вибрати з безлічі альтернатив невідоміючі. Для цього необхідно виконати парне порівняння усіх альтернатив. Перша та друга альтернативи незрівнянні. Перша альтернатива домінує четверту альтернативу, тому альтернативу 4 відкидають. Порівняння другої і третьої альтернатив дозволяє відкинути третю альтернативу.

Альтернативи 1, 2, 5 незрівнянні або невідоміючі (утворюють множину Парето). Надалі розглядаються тільки альтернативи 1, 2, 5.

Припустимо, другий критерій є головним, тоді оптимальним буде



перший кандидат, оскільки для A_1 значення другого критерію = 3 (більше всіх). При використанні обмежень на інший критерій рішення буде іншим [6].

Лінійна (аддитивна) згортка

Найпоширеніший спосіб впорядкування альтернатив – «лінійна згортка» (зважена згортка). Кожному критерію присвоюють певну вагу (w_1, w_2, \dots, w_n).

Обчислюють зважені суми по кожному рядку критеріальної таблиці по формулі:

$$K_i(a) = \sum_{j=1}^n x_{ij} w_j, \quad (6.2)$$

де $\sum_{j=1}^n w_j = 1$.

При цьому оптимальне значення альтернативи відповідає формулі (4.1).

Ранжування виконується по значенню K_i .

Лінійна згортка є прикладом найпростішої функції корисності. Далі наведений приклад застосування методу лінійної згортки.

Для прикладу оцінки кандидатів на деяку посаду вектор ваги критеріїв має вигляд: $w_j: (0,4; 0,6)$.

Значення елементів лінійної згортки:

$$K_1 = 0,4 \times 1 + 0,6 \times 3 = 2,2;$$

$$K_2 = 0,4 \times 2 + 0,6 \times 2 = 2;$$

$$K_3 = 0,4 \times 3 + 0,6 \times 1 = 1,8.$$

Перший кандидат є найкращим.

Методу властиві такі недоліки.

1. Низька оцінка по одному критерію може бути компенсована високою оцінкою по-іншому.

2. Не завжди вдається коректно оцінити вагу критеріїв.

Максимінна згортка

Більш універсальним методом вибору на підставі декількох критеріїв є максимінна згортка:

$$a^* = \arg \max_i \min_{j=1, \dots, m} x_{ij} w_j. \quad (6.3)$$

Далі наведений приклад оцінки кандидатів на посаду методом максимінної згортки:

$$K_1 = \min\{0,4x_1; 0,6x_3\} = 0,4;$$

$$K_2 = \min\{0,4x_2; 0,6x_2\} = 0,8;$$

$$K_5 = \min\{0,4x_3; 0,6x_1\} = 0,6.$$

$$a^* = \operatorname{argmax}_i K_i(a).$$

Другий кандидат є найкращим на підставі максимінного критерію [6].

Мультиплікативна згортка

Мультиплікативна згортка використовується в моделях, заснованих на постулаті «низька оцінка хоча б по одному критерію спричиняє за собою низьке значення функції корисності». Згортка має вигляд:

$$K_i(a) = \prod_{j=1}^n (x_{ij})^{w_j}, \quad (4.4)$$

де w_j - вага критерію,

$$0 \leq x_{ij} \leq 1, \quad \sum_{j=1}^n w_j = 1.$$

Рішення a є найкращим, якщо для усіх $a \in A$ виконується умова:

$$a^* = \operatorname{argmax}_i K_i(a).$$

Для прикладу оцінки кандидатів на посаду при векторі ваги критеріїв (0,4; 0,6) значення критеріїв для альтернатив 1, 2, 5 такі:

$$K_1 = 1^{0,4} \times 3^{0,6} = 2,93,$$

$$K_2 = 2^{0,4} \times 2^{0,6} = 2,84,$$

$$K_5 = 3^{0,4} \times 1^{0,6} = 2,55.$$

У цьому випадку перший кандидат є якнайкращим.

Побудова узагальненого критерію, або «функції цінності», або «функції корисності» - неоднозначна задача, для вирішення якої розроблено безліч методів [6].

6.5 Завдання прийняття рішення в умовах часткової невизначеності (ризик)

Ситуація прийняття рішень в умовах часткової невизначеності (ризик) характеризується відомими значеннями ймовірності настання кожного з можливих станів зовнішнього середовища.

Формалізований опис завдання прийняття рішення в умовах часткової невизначеності (ризик) представлено в табл. 6.9.

Таблиця 6.9 - Формалізований опис завдання прийняття рішення в умовах часткової невизначеності

Альтернативи	Оцінка корисності реалізації альтернативи при станах зовнішнього середовища			Значення критерію
	S_1	...	S_m	
a_1	x_{11}	...	x_{1m}	$F(a_1)$
a_2	x_{21}	...	x_{2m}	...
...
a_n	x_{n1}	...	x_{nm}	$F(a_n)$
Ймовірність станів	p_1	...	p_m	-

В цьому випадку наслідки прийнятих рішень невідомі, і можна лише приблизно їх оцінити. Одним з можливих критеріїв, які застосовуються за цих умов, є критерій Байєса-Лапласа. Відповідно цьому критерію кожна альтернатива оцінюється сумою добутків значень результатів на ймовірність настання відповідного стану середовища:

$$F = \max_i \sum_{j=1}^m p_j x_{ij}$$

Якщо вважати ймовірності настання станів зовнішнього середовища однаковими, то:

$$F = \max_i \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m x_{ij}$$

Застосування критерію Байєса-Лапласа передбачає виконання таких умов:



- точне знання ймовірностей появи станів зовнішнього середовища;
- незалежності ймовірностей появи станів зовнішнього середовища від часу;

- реалізація рішень (принаймні, теоретично) нескінченне число разів.

При виконанні цих умов критерій Байєса-Лапласа є абсолютно надійним критерієм, що виключає будь-який ризик. Порушення зазначених умов робить критерій Байєса-Лапласа ризикованим [6].

6.6 Питання для самоперевірки за темою 6

1. Дайте характеристику задачі багатокритеріального прийняття рішень.
2. Назвіть особливості побудови критеріальної таблиці. Для чого вона використовується?
3. Розкрийте зміст поняття «множина Еджворта – Парето».
4. Назвіть переваги і недоліки, властиві методу порівняння альтернатив на основі єдиної порядкової шкали.
5. У яких випадках доцільно застосовувати метод головного критерію? Наведіть приклади.
6. Охарактеризуйте задачі прийняття рішень методом лінійної згортки.
7. Наведіть приклади задач прийняття рішень методом максимінної згортки

ЛЕКЦІЯ 7. МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ЗАДАЧ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ. КРИТЕРІЇ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

7.1 Загальні відомості про особливості прийняття рішень в умовах невизначеності

Прийняття рішень - найважливіша сторона людської діяльності. Вибір однієї альтернативи з декількох, з великої, але скінченої множини альтернатив або навіть із нескінченної множини можливих рішень пронизує все людське життя. Більшість щоденних рішень людина приймає майже автоматично, спираючись на свій життєвий досвід. Частина рішень, які вважаються людиною другорядними, оцінюються й вибираються інтуїтивно, без серйозного аналізу альтернатив та наслідків, що з них випливають. І, нарешті, існують важливі проблеми прийняття рішень, часто в унікальних ситуаціях, які вимагають тривалих роздумів при пошуку раціонального або кращого рішення в умовах значного числа альтернатив, суперечливих вимог і невизначеності майбутньої ситуації.

Проблеми прийняття рішень у нестандартних або унікальних ситуаціях завжди існували в техніці, людському суспільстві, при керуванні як окремими підприємствами або організаціями, так і державами, у міждержавних відносинах. Пошук прийняттого рішення в унікальних ситуаціях завжди був і залишається в певній мірі мистецтвом, за своєю складністю порівняним з мисленням. Однак існує й добре розроблена теорія прийняття рішень, що акумулювала в собі досвід багатьох поколінь людей, що дозволяє правильно вирішувати типові задачі прийняття рішень [6, 7].

Рішення - це формування стратегій і послідовності дій для досягнення мети, що базується на розумово-пошукових актах вибору і на узагальненні опрацьованої інформації. Тобто сам процес прийняття рішення розглядається як невід'ємна частина інтелектуальної діяльності людини, як один з її стадій, пов'язаний з визначенням цілей і завдань діяльності, розробкою плану досягнення поставлених цілей, вибором засобів, тактичних прийомів.

Управлінське рішення - це результат вибору суб'єктом управління найкращої альтернативи, спрямованої на розв'язання певної управлінської проблеми. Оскільки управлінське рішення формується у процесі вибору альтернативи, то воно є певним підсумком управлінської діяльності, результатом обмірковувань та аналізу дій і намірів, висновків, обговорень, прогнозувань, направлених на реалізацію мети управління.

За характером прийняття управлінські рішення поділяються на інтуїтивні та раціональні.

Інтуїтивне управлінське рішення приймається під впливом накопиченого суб'єктом управління досвіду прийняття рішень у подібних ситуаціях. Основним критерієм при прийнятті рішення є найменші збитки



для досягнення цілі, тобто, якщо раніше не приймалися аналогічні рішення, вірогідність прийняття помилкового рішення зростає. Перевага прийняття інтуїтивного рішення полягає у оперативності прийняття рішень, недолік - у можливій вірогідності допущення помилки.

Раціональні рішення в більшості випадків базуються на методах економічного аналізу, обґрунтуванні та оптимізації стратегічних і тактичних питань. Процес створення раціональних управлінських рішень складається з таких етапів як виявлення і діагностування ситуації, аналіз інформації з проблеми, обробка інформації, оцінка можливостей підприємства, розробка декількох варіантів рішень з проблеми з урахуванням моделювання ситуації, оцінка варіантів, вибір оптимального варіанту рішення (остаточний вибір) і доведення управлінського рішення до виконавців [6].

7.2 Математичні моделі задач прийняття рішень

У сучасній теорії прийняття управлінських рішень прийнято виділяти дві основні теорії: нормативну (або раціональну) теорію, зорієнтовану на нормативний бік прийняття рішень, та поведінкову або психологічну теорію, в якій виявляється і описується те, як суб'єкти управління в дійсності приймають і формують рішення. Відповідно до цих теорій виділяють **три основні моделі прийняття рішень** (табл. 7.1).

Таблиця 7.1. Основні моделі прийняття управлінських рішень

Модель	Ключові поняття	Основні характеристики	Умови
Класична	Раціональність	Суб'єкт прийняття рішення має: - повну вихідну інформацію для прийняття управлінського рішення; - повну інформацію про всі можливі альтернативи, ймовірності їх настання та їх наслідки; - раціональну систему упорядкування переваг за ступенем їх важливості; - прагнення максимізувати результат.	Прийняття формалізованих рішень в умовах визначеності
Поведінкова	Обмежена раціональність	Суб'єкт прийняття рішення не має: - повної вихідної інформації для прийняття управлінського рішення; - повної інформації про всі можливі альтернативи, ймовірності їх настання та їх наслідки; здатності або можливості передбачати наслідки реалізації кожної альтернативи.	Прийняття рішень в умовах повної або часткової невизначеності
Ірраціональна	Ірраціональність	Рішення приймається без дослідження альтернатив.	Прийняття рішень в умовах повної невизначеності

Класична модель

Класична модель спирається на поняття «раціональності» у прийнятті управлінських рішень. Передбачається, що особа, яка приймає рішення, повинна бути абсолютно об'єктивною і логічною, мати чітку мету, усі її дії у процесі прийняття рішень спрямовані на вибір найкращої альтернативи [6].

Основні характеристики класичної моделі: особа, яка приймає рішення:

- має повну вихідну інформацію для прийняття управлінського рішення;
- має повну інформацію про всі можливі альтернативи, ймовірності їх настання та їх наслідки;
- має раціональну систему упорядкування переваг за ступенем їх важливості;
- має на меті максимізацію (мінімізацію) кінцевого результату.

Така модель найчастіше застосовується при прийнятті формалізованих рішень.


Формалізоване рішення - це результат виконання раніше визначеної послідовності дій. Формалізація прийняття рішень підвищує ефективність управління в результаті зниження ймовірності помилки і економії часу: не потрібно розробляти рішення щоразу, коли виникає відповідна ситуація. Тому доцільно формалізувати рішення для певних регулярно повторювальних ситуацій, розробляючи відповідні правила, інструкції, рекомендації.

Організаційна процедура прийняття і виконання найважливіших повторюваних рішень вимагає вирішення таких питань:

- 1) на якому рівні й хто приймає рішення (одноосібно чи колегіально);
- 2) хто готує проект рішення та його обґрунтування;
- 3) з ким погоджується рішення;
- 4) які періодичність і форма контролю виконання рішення;
- 5) хто контролює і відповідає за правильність виконання рішення;
- 6) хто наділяється правом вносити зміни у зміст рішення та терміни його виконання;
- 7) яка форма звітності про виконання рішень;
- 8) хто дає висновок про виконання рішень і ступінь досягнення наміченої цілі.

При цьому інформація, що використовується при розробленні альтернатив, має відповідати ряду вимог:

- 1) адекватність інформації потребам управління;
- 2) значущість інформації, що полягає у підвищенні рівня інформованості керівників для прийняття більш обґрунтованого рішення;
- 3) повнота, репрезентативність та достовірність інформації;



4) багатоваріантність інформації для розгляду альтернативних рішень;

5) ефективність інформації, що оцінюється співвідношенням результатів від прийняття якісних управлінських рішень з витратами на її збір та інтерпретацію.

Для забезпечення цих вимог, у ході дослідження необхідно прийняти рішення про процедури збору інформації:

- зміст, вид і носії інформації;
- методи збору інформації - первинне дослідження (у вигляді опитування, спостереження, обстеження тощо) або вторинне;
- обсяг інформації - часткова, заснована на випадковому зборі, на основі вибіркової сукупності, або повна інформація на основі суцільного обстеження.

На стадії аналізу та інтерпретації інформації необхідно виявити розходження між тим, що є більш важливим, і тим, що є несуттєвим. Саме це завдання покладене в якості цілі аналізу за Парето. Цей метод включає ранжирування інформації за типами або причинами проблеми в порядку їхньої важливості, що дозволяє висувати на перший план ті аспекти, за якими прийняття рішень буде особливо корисним.

Аналіз за Парето заснований на явищі, коли відносно небагато причин пояснюють більшість результатів. Це часто називають правилом 80/20: звичайно 80 відсотків проблем або можливостей може бути пояснено 20 відсотками ймовірних причин. Застосування діаграми Парето дозволяє зробити висновок, що проблему можна було найкраще вирішити, концентруючись на найбільш істотних причинах.

Проте, на практиці на процес прийняття рішень впливають численні обмежуючі та суб'єктивні фактори. Сукупність таких факторів у процесі прийняття рішень враховує поведінкова модель [6].


Поведінкова модель

Характеристики поведінкової моделі: особа, яка приймає рішення, не має:

- повної вихідної інформації для прийняття управлінського рішення;
- повної інформації про всі можливі альтернативи, ймовірності їх настання та їх наслідки;
- здатності або можливості передбачати наслідки реалізації кожної альтернативи.

Враховуючи ці характеристики Г. Саймон сформулював два ключових поняття поведінкової моделі:

1) поняття **«обмежена раціональність»**, яке означає, що люди можуть тільки намагатися прийняти раціональне рішення, але їх раціональність завжди буде обмеженою (теоретично завжди існує рішення краще за прийняте);



2) поняття **«досягнення задоволеності»**, яке базується на тому, що оскільки досягти «повної раціональності» неможливо, менеджери бажають аби їх «страх» щодо прийняття не найкращого рішення пересилив намагання досягти оптимального рішення. Саме такий стан (той момент, коли приймається рішення) Г. Саймон охарактеризував як «досягнення задоволеності».

«Обмежена раціональність» полягає в тому, що коли люди приймають рішення, їх раціональність обмежується проблемою вибору, пізнавальними обмеженнями їх розуму та часом, доступними для прийняття рішення. Саме тому Г. Саймон запропонував «обмежену раціональність» як альтернативну основу для математичного моделювання прийняття рішень, як це використовується в економіці, політології та суміжних дисциплінах. Він доповнює «раціональність як оптимізацію», яка розглядає прийняття рішень як цілком раціональний процес пошуку оптимального вибору з урахуванням наявної інформації [6].

Ірраціональна модель

Ірраціональна модель ґрунтується на передбаченні, що рішення приймаються ще до того, як досліджуються альтернативи.


Ірраціональна модель найчастіше застосовується:

- для вирішення принципово нових, незвичайних рішень, таких, які важко піддаються вирішенню;
- для вирішення проблем в умовах дефіциту часу;
- коли керівник або група менеджерів мають достатньо влади для нав'язування свого рішення.

Оскільки у процесі прийняття рішення сполучаються логічні, раціонально-змістовні та психологічні моменти, найважливішим чинником ефективності управління виступає професіоналізм керівника, його стиль та підходи до прийняття рішень. Залежно від цих факторів він приймає інтуїтивне рішення або рішення, засноване на досвіді.

Інтуїтивне рішення - це вибір, зроблений тільки на основі відчуття того, що він правильний. Те, що називається «шостим почуттям», і є інтуїтивним рішенням.

Рішення, засноване на досвіді (адаптивне), враховує попередній досвід за аналогією, здоровий глузд. Іноді такі рішення здаються інтуїтивними, оскільки логіка їх не завжди очевидна. Рішення, засноване на досвіді, - це вибір, зумовлений знаннями або накопиченим досвідом. Суб'єкт прийняття управлінського рішення використовує знання про те, що траплялося у подібних ситуаціях раніше, щоб спрогнозувати результат альтернативних варіантів вибору в існуючій ситуації. Спираючись на здоровий глузд, він обирає альтернативу, що принесла успіх у минулому. Найбільш ефективні такі рішення при стабільних умовах, при частому повторюванні ситуації. Перевага даного типу рішень - швидкість прийняття, економічність, оскільки витрати на одержання і обробку



інформації є незначними.

Головне розходження між раціональним рішенням і рішенням, заснованим на досвіді, полягає в тому, що перше приймається за допомогою об'єктивного аналітичного процесу, а не виходячи із минулого досвіду.

Проте, не слід забувати, що зайва раціональність сковує інновації, призводить до переоцінки значимості окремих факторів, недостатнього врахування інформації щодо якої нема впевненості в її достовірності, тому керівник повинен:

- виявляти гнучкість;
- робити усе відразу;
- експериментувати;
- діяти з високою швидкістю;
- використовувати слабо формалізовані системи (це постулати принципу ефективного управління) [6, 8, 9].

Будь-яка **математична модель** задачі прийняття рішення являє собою формальний **опис мети, засобів (управлінських рішень) та результатів**, а також способу зв'язку **засобів з результатами**. Для формального опису засобів та результатів можна задати дві множини:

$Q = \{q_1, \dots, q_m\}$, елементи якої надалі будемо називати альтернативами (альтернативи - це управлінські рішення, що може обрати ОПР);

$S = \{s_1, \dots, s_n\}$, елементи якої будемо називати станами зовнішнього середовища.

На підставі множин Q та S можна визначити множину очікуваних результатів реалізації множини управлінських рішень з урахуванням множини станів зовнішнього середовища.

При цьому очікуваний результат (стан деякої конкретної системи, щодо якої здійснюється управління) визначається двома факторами: вибором альтернативи, що ОПР, та станом зовнішнього середовища. Кожен результат в силу сказаного є функція двох аргументів: $a_{ij} = F(q_j, s_i)$

При першому виді зв'язку альтернатив з результатами говорять, що рішення приймається в умовах визначеності, у другому - у стохастичних умовах (умовах ризику), а в третьому - в умовах невизначеності.

Наочно зв'язок між альтернативами та результатами можна навести за допомогою функції реалізації. Ця функція зіставляє з кожною парою альтернатива - стан середовища обумовлений нею результат. Якщо множина альтернатив та множина станів середовища скінченні, то зручно наводити функцію реалізації F у вигляді таблиці (табл. 7.2). Ця таблиця для конкретних задач, що розглядаються, визначає всі їх можливі рішення, тому її часто називають матрицею рішень. Ці рішення



(результати, наслідки) **повинні допускати кількісну оцінку**, і ми будемо для простоти ототожнювати ці оцінки з відповідними результатами [6].

Таблиця 7.2. Функція реалізації управлінського рішення для множини альтернатив та множини станів середовища

Альтернативи	Очікувані результати реалізації альтернатив для різних станів зовнішнього середовища			Значення критерію
	s_1	...	s_n	
q_1	$a_{11} = F(q_1, s_1)$...	$a_{1n} = F(q_1, s_n)$	$K(a_{ij})$
...
q_m	$a_{m1} = F(q_m, s_1)$...	$a_{mn} = F(q_m, s_n)$	$K(a_{ij})$

Інформованість ОПР про зв'язок альтернатив з результатами може не збігатися з об'єктивно існуючим зв'язком.

7.3 Критерії прийняття рішень в умовах невизначеності

7.3.1 Критерій Вальда (максимінний критерій)

Припустимо, що ми не маємо інформації про ймовірності появи станів зовнішнього середовища. У цьому випадку одним з основних підходів до прийняття рішень (вибору альтернативи) є введення гіпотез про поведінку середовища. Гіпотеза, що вводиться, повинна дозволяти для кожної альтернативи кількісно цінити пов'язані з нею наслідки і, таким чином, порівнювати будь-які дві альтернативи. Однією з найважливіших гіпотез такого типу є гіпотеза антагонізму. Вона виходить із припущення, що середовище у відношенні до ОПР **поводиться найгіршим чином**. Після прийняття гіпотези антагонізму кожна альтернатива оцінюється результатом, що має найгірше кількісне значення для цієї альтернативи.

Якщо матриця рішень для розглянутої задачі прийняття рішень є **матрицею виграшів**, то кожна альтернатива оцінюється результатом, що **дає найбільший виграш**. Якщо матриця рішень є **матрицею програвів**, то кожна альтернатива оцінюється результатом, що дає **найбільший програв** [6, 9].

Будемо розглядати випадок, коли матриця рішень (табл. 7.2) є матрицею виграшів і кожна альтернатива оцінюється результатом, що дає найбільший виграш зі всіх станів зовнішнього середовища. Кращою альтернативою є та, у якої мінімальний елемент (у порівнянні з іншими альтернативами) є найбільший. Формально це означає, що оптимальною альтернативою є і альтернатива, що дає екстремум виразу:

$$K_{\text{MM}} = \max_i \min_j a_{ij} \quad (7.1)$$

Такий принцип визначення рішення називається принципом



максиміну, а альтернатива, на якій досягається максимум у виразі (7.1), - максимінною. Саме вираз (7.1) називають максимінним критерієм.

Значення принципу максиміну:

По-перше, максимінний підхід описує дуже розповсюджений випадок поведінки, при якому дві сторони переслідують протилежні цілі й, отже, можуть розглядатися як конкуренти (антагоністи).

По-друге, число $\min_j a_{ij}$, яке являє собою одну з найважливіших характеристик альтернативи q_i , є її гарантованим рівнем, тобто при виборі альтернативи q_i будь-які події у зовнішньому середовищі не можуть привести до результату, що гірший, ніж $\min_j a_{ij}$.

По-третє, $\max_i \min_j a_{ij}$ - це найбільший з гарантованих рівнів. У зв'язку із цим принцип максиміну називають також принципом найбільшого гарантованого результату, «тактикою від зворотного», тобто виходячи з того, щоб успіх був гарантований у найгірших умовах.

По-четверте, при прийнятті рішень в умовах невизначеності максимінна оцінка є найбільш надійною оцінкою.

По-п'яте, цей критерій звичайно застосовують ОПР, схильні до крайнього песимізму («Якщо неприємності можуть відбутися, то вони відбудуться»). У силу цього максимінний критерій називають також критерієм крайнього песимізму.

Обрані за допомогою максимінного критерію альтернативи повністю виключають ризик. Однак положення про відсутність ризику може коштувати великих втрат [6].

7.3.2 Критерій азартного гравця (максимаксний критерій)

Інша можлива гіпотеза про поведінку зовнішнього середовища - середовище сприяє ОПР. У цьому випадку кожна альтернатива характеризується **найбільш сприятливим результатом**. При використанні матриці виграшів кожна альтернатива оцінюється результатом, що дає найбільший виграш. Кращою альтернативою є та, у якій максимальний елемент найбільший.

Формально це означає, що оптимальною альтернативою є альтернатива, що дає екстремум виразу:

$$K_{a.g} = \max_i \max_j a_{ij}.$$

Таким чином, при використанні цього критерію робиться ставка на найбільш вигідний випадок, тобто ОПР поводить себе як азартний гравець, який схильний до ризику й який є крайнім оптимістом. Тому цей критерій іноді називають й критерієм крайнього оптимізму [6].

7.3.3 Критерій Гурвіца (критерій песимізму - оптимізму)

У цьому критерії зроблена спроба об'єднати переваги критерію азартного гравця та максимінного критерію. У результаті отриманий критерій більше врівноважений, ніж критерій азартного гравця, та менш песимістичний, ніж максимінний критерій:

$$K_{\Gamma} = cK_{\text{мм}} + (1-c)K_{\text{а.г}} = \max_i (c \min_j a_{ij} + (1-c) \max_j a_{ij}),$$

де c – константа, що задовольняє умову $0 \leq c \leq 1$. При $c = 1$ критерій Гурвіца перетворюється у максимінний критерій, а при $c = 0$ – у критерій азартного гравця. Не існує яких-небудь простих рекомендацій з вибору значення константи c , тому в більшості випадків вважають, що $c = 0,5$.

7.3.4 Критерій добутків


Критерій добутків $K_{\text{доб}}$ застосовується тільки до функцій реалізації з додатними елементами. Він визначається співвідношенням:

$$K_{\text{доб}} = \max_i \prod_{j=1}^m a_{ij}, \quad a_{ij} > 0$$

Якщо умова $a_{ij} > 0$ порушується, то тоді всі елементи функції реалізації збільшують на якусь константу [6].

7.4 Питання для самоперевірки за темою 7

1. В чому полягає відмінність управлінського рішення від рішення (в загальному розумінні)?
2. Назвіть основні моделі прийняття рішень. Які основні характеристики цих моделей?
3. Розкрийте зміст вимог до інформації, що використовується при розробленні альтернатив управлінських рішень.
4. Розкрийте зміст понять «обмежена раціональність» та «досягнення задоволеності» (автор – Г. Саймон). Наведіть приклади.
5. Що являє собою математична модель задачі прийняття рішення?
6. Охарактеризуйте критерій Вальда (максимінний критерій), в яких випадках слід його застосовувати?



7. Охарактеризуйте критерій Гурвіца (критерій песимізму - оптимізму), в яких випадках слід його застосовувати?

ЛЕКЦІЯ 8. КРИТЕРІЇ ІЗ ШКОДУВАННЯМИ ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ. ОЗНАКИ РАЦІОНАЛЬНОСТІ РІШЕНЬ

8.1 Критерії із шкодуваннями для прийняття рішень в умовах невизначеності

8.1.1 Критерій Севіджа (мінімакських шкодувань)

Критерій Севіджа визначається виразом:

$$K_S = \min_i (\max_j (\max_i a_{ij} - a_{ij}))$$

Для розуміння цього критерію величини $d_{ij} = \max_i a_{ij} - a_{ij}$ можна трактувати як додаткові виграші (або як шкодування за недоотримані виграші). Ці виграші були б отримані, якби при стані зовнішнього середовища y_j замість альтернатив x_i ($i = \overline{1, n}$) була обрана альтернатива x_k ($k \neq i$), для якої справедливий вираз $a_{kj} = \max_i a_{ij}$, $i = \overline{1, n}$. Величини $d_{ij} = \max_i a_{ij} - a_{ij}$ можна трактувати і як штрафи, на які карається ОПР, що вибирає неоптимальні рішення. Фактично вихідна матриця виграшів $\|a_{ij}\|$ співвідношенням $d_{ij} = \max_i a_{ij} - a_{ij}$ перетворюється в матрицю $\|d_{ij}\|$ можливих додаткових виграшів або матрицю шкодувань, або матрицю штрафів за неправильні рішення. При прийнятті рішень в умовах невизначеності й припущенні, що середовище вороже, кожна альтернатива за допомогою співвідношення $\max_j d_{ij} = \max_j (\max_i a_{ij} - a_{ij})$ характеризується можливим максимальним штрафом або шкодуванням. Потім за допомогою операції мінімуму вибирається альтернатива, яка мінімізує негативні наслідки при будь-яких можливих станах зовнішнього середовища.

8.1.2 Критерій суб'єктивно-середніх шкодувань

Критерій Севіджа, мінімізуючи шкодування або додаткові втрати, не враховує абсолютну величину елементів вихідної матриці рішень, а це може приводити до оптимальності в шкодуваннях й більших загальних

втратах. У зв'язку із цим був запропонований критерій $K_{\text{сс.ш}}$ (суб'єктивно-середніх шкодувань), що, якоюсь мірою усунув недолік критерію Севіджа за рахунок врахування величин сум елементів у стовпцях матриці де p_j - суб'єктивна ймовірність стану зовнішнього середовища, яка береться такою, що дорівнює відношенню суми елементів j -го стовпця матриці $\|a_{ij}\|$ до суми всіх елементів матриці $\|a_{ij}\|$:

$$K_{\text{сс. ш}} = \min_i \sum_{j=1}^m (\max_i a_{ij} - a_{ij}) p_j,$$

$$p_j = \left(\sum_{i=1}^n a_{ij} \right) / \left(\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n a_{ij} \right), j = \overline{1, m}.$$

Таким чином, врахування величин елементів a_{ij} вихідної матриці в суб'єктивних ймовірностях критерію $K_{\text{сс. ш}}$ приводить до вибору іншої альтернативи, ніж критерій Севіджа [6].

8.1.3 Критерій Хоменюка

У критерії Хоменюка, як й у критерії суб'єктивно-середніх шкодувань, об'єктивні ймовірності про появу станів зовнішнього середовища відсутні. Критерій Хоменюка має вигляд

$$K_X = \max_i \sum_{j=1}^m a_{ij} p_j.$$

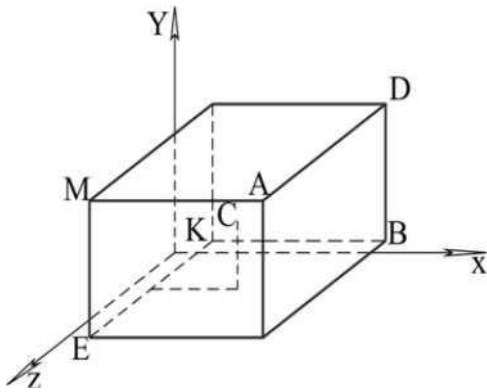
Для врахування впливу появи того або іншого стану середовища вводяться суб'єктивні ймовірності за допомогою матриці шкодувань:

$$p_j = \left(\sum_{i=1}^n (\max_i a_{ij} - a_{ij}) \right) / \left(\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (\max_i a_{ij} - a_{ij}) \right), j = \overline{1, m}.$$

Таким чином, критерій Хоменюка, як і критерій суб'єктивно-середніх шкодувань, у своєму виразі використовує і елементи матриці рішень $\|a_{ij}\|$, й елементи матриці шкодувань $\|d_{ij}\|$ [6].

8.2. Аспекти прийняття управлінських рішень

На рис. 8.1 зображено тривимірну модель управлінських рішень, побудовану з урахуванням вище розглянутих підходів.



Умовні позначки:

- вісь X-досвідний аспект;
- вісь Y-логічний аспект;
- вісь Z-інтуїтивний аспект;
- точка A (10; 10; 10)-стратегічні рішення;
- точка B(10; 1; 1)-адаптивні рішення;
- точка K (1; 1; 1)-ризиковані рішення;
- точка M (1; 10; 10)-інертні рішення;
- точка C (5; 5; 5) - врівноважені рішення;
- точка D (10; 10; 1)-раціональні рішення;
- точка E (1; 1; 10) - інтуїтивні рішення.

Рисунок 8.1. Тривимірна модель управлінських рішень

Точка A (10; 10; 10) символізує стратегічне управлінське рішення, яке є запорукою кваліфікованого вирішення проблеми і передбачає аналіз її сильних та слабких сторін. Прийняття стратегічних управлінських рішень властиво керівникам, які спираються на власний досвід, логіку та інтуїцію, вони вирішують проблему на основі попереднього ретельного вивчення і аналізу умов її виконання. Ці рішення приймає вище керівництво організації після всебічного аналізу відповідної інформації.


Точка B (10; 1; 1) - адаптивне рішення, формується на підставі вмінь, знань, компетентності, набутого досвіду керівника, результату від прийнятих ним раніше рішень. Спираючись на здоровий глузд, управлінець обирає альтернативу, яка принесла успіх у минулому. Проте це не гарантує, що відібраний варіант рішення буде ефективним.

Точка K (1; 1; 1) - ризиковані рішення приймаються в умовах невизначеності, коли неможливо оцінити ймовірність оптимальних шляхів для досягнення бажаних результатів.

Точка M (1; 10; 10) відповідає інертним рішенням, які поєднують два суперечливі чинники: логіку та інтуїцію, є результатом дуже невпевненого й обережного пошуку альтернатив. Керівники, які генерують інертні рішення, зважують альтернативи, виявляють негативні наслідки, ризик, оцінюють їх імовірність та важливість.

Точка C (5; 5; 5) символізує врівноважені рішення, які характеризуються ретельністю оцінювання усіх варіантів, результатом послідовних кроків, сприяють вирішенню проблеми. Керівник, приймаючи врівноважені рішення, вибирає таку альтернативу, яка мінімізує потенційні ризики та негативні наслідки.

Точка D (10; 10; 1) - раціональні рішення базуються на аналітичному



процесі вибору альтернатив та залежні від досвіду керівника. Керівники приймають раціональні рішення, коли результат кожної альтернативи може бути вірогідно та надійно передбачений .

Точка Е (1; 1; 10) - інтуїтивні рішення базуються на основі чуття людини, передбачення, вгадування, без логічного обґрунтування [9, 10].

8.3 Ознаки раціональності рішень

У контексті розроблення рішень в організаційно-економічних і виробничих системах часто використовується термін «*раціональні рішення*». У загальному розумінні **раціональними є такі рішення, які отримані на підставі логічно обґрунтованих доказів і всебічно вивчених чинників та наслідків з позицій того, хто приймає ці рішення**. Очевидно, що для прийняття раціональних рішень потрібна інформація про альтернативи, які мають бути ідентифіковані й оцінені за деякою множиною критеріїв та з урахуванням прогнозу майбутніх умов.

Зрозуміло, що раціональні рішення, зазвичай, ґрунтуються частково на **економічних показниках**, а тому вважаються оптимальними з погляду економічного стану підприємства, як наприклад, мінімізації витрат, збільшення прибутків або збільшення надходжень від інвестицій.


Проте мало хто з кваліфікованих менеджерів, котрі приймають рішення, обмежується тільки економічними результатами в процесі розроблення, прийняття і реалізації рішень. Загалом існує **шість ознак раціональності**, що асоціюються з розсудливим процесом прийняття рішень:

1. Економічність
2. Технічність
3. Легальність
4. Соціальність
5. Процедурність
6. Політичність

Оскільки поняття **економічності** рішень досить часто використовується і добре відоме. Тут слід відзначити, насамперед, вартість реалізації кожного з альтернативних варіантів рішення, а також визначити обмеження на ресурси (матеріальні, людські, фінансові)..

Технічність рішення. Технічна раціональність означає, що деякі аспекти рішення не можуть бути здійснені в майбутньому, якщо вони не розглядатимуться в процесі відбору і реалізації альтернатив. Тобто, альтернативи мають бути технічно сумісними з досягненням поставленої мети або інших прагнень. Наприклад, за яких умов специфічні інформаційні системи дадуть змогу користувачеві виконати необхідні обчислення?

Легальність рішення. Допустима раціональність рішень включає третю ознаку раціональності – **легальність (законність)** як необхідний



атрибут розсудливого процесу рішення. Допустима раціональність вимагає, що перед тим, як альтернатива приймається, ОПР має гарантувати, що вибрана альтернатива знаходиться у межах законності і юридично обґрунтована.

Соціальна раціональність. ОПР може не обрати альтернативи, які є «добрими для компанії», але «поганими для працівників». Так само, ОПР не вибере той варіант рішення, який не відповідає етичним правилам суспільства.

Процедурна раціональність. Якби альтернатива була доцільною економічно, технічно можливою і доволі легальною, але процедурно нездійсненою, то вона не була б раціональною. Інакше кажучи, «чи перебувають відповідні люди на місцях, чи є матеріально-технічне забезпечення і чи рішення логістично впорядковане?».

Політична раціональність. Політична раціональність потребує, щоб рішення, що приймається не протирічило стратегічним планам підприємства, оскільки найкращий варіант рішення оперативного або тактичного рівню може виявитись невірним з погляду перспективи розвитку підприємства.

Обмежена раціональність

Г. Саймон (Simon) довів, що ОПР *не оптимізують* свої рішення. Скоріше, ці особи взагалі бувають задоволені, якщо вони і не знаходять найкращу можливу дію, але виявляють таку, що є добре *достатньою*. Саймон розпізнав обмеження *даних, можливостей виконання і методів*, а також і *обмеження інтелекту* творців рішень. Він переконав, що ОПР розроблять настільки раціональні рішення, наскільки вони зумовлені цими обмеженнями (звідси термін «*обмежена раціональність*»). Крім того, він переконав, що вигода від підготовленого досконалого рішення не покриває витрати, які асоціюються з подоланням даних обмежень.

Разом з тим інші автори зазначають, що адміністраторів турбує те, що вони мають відносно небагато часу, щоб зібрати дані для аналізу або навіть для розгляду можливих дій. Виходячи з цього критерію, обґрунтовується **принцип обмеженої раціональності**, згідно з яким, якщо вибір здається необхідним, то рішення, що приймається, не обов'язково має бути найкращим.

У процесі відбору базових варіантів необхідно керуватися певними критеріями, за якими можуть оцінюватись варіанти рішень. Вибір критеріїв – процес творчий і досить часто неформалізований. Назвемо деякі **загальні групи критеріїв**, що можуть використовуватися для порівняння варіантів управлінських рішень на попередніх етапах (до моменту включення їх у множину альтернатив):

- економічні (собівартість, рентабельність, прибутковість тощо);
- технологічні (надійність, якість, термін експлуатації тощо);
- техніко-економічні (продуктивність, строк окупності, інвестиції, експлуатаційні витрати тощо);

- ергономічні (безпека, зручність тощо);
- психологічні (навички керівництва, індивідуальні особливості тощо);
- соціальні (юридичні норми, соціальні наслідки тощо);
- екологічні (природоохоронні норми, екологічні стандарти, екологічний моніторинг і наслідки).

У колективному прийнятті рішень важливо «домовитися», чітко узгодити, якими пріоритетними критеріями доцільно користуватись під час аналізу та вибору рішення.

Отже, постулати принципу обмеженої раціональності за Г. Саймоном ґрунтуються на тому, що «абсолютної раціональності» не буває:

1) наявна в ОПР інформація про сутність проблеми та про можливі варіанти її вирішення можливо неадекватна. Одержати більш точну й повну інформацію неможливо (через відсутність ресурсів або часу).

2) наявна інформація сприймається перекошено. Людська пам'ять здатна втримувати лише обмежений обсяг інформації, здатність людського розуму до правильного вибору оптимального варіанту дій обмежена.

3) ОПР прагне не до максимального, а до задовільного результату. Йому можуть бути відомі не всі альтернативи. Іноді достатньо того, що ОПР обізнаний хоча б про один прийнятний варіант [9].

8.4 Фактори, що впливають на прийняття управлінських рішень

На процес прийняття управлінських рішень впливає безліч факторів.

Найважливішими з них є:

ступінь ризику - завжди існує імовірність прийняття неправильного рішення, яке може несприятливо впливати на організацію. Ризик - фактор, який менеджери враховують свідомо або підсвідомо при прийнятті рішення, оскільки він пов'язаний із зростанням відповідальності;

час, відведений для прийняття рішення - на практиці більшість керівників не мають можливості проаналізувати усі можливі альтернативи, відчуваючи дефіцит часу;

політика організації - враховується суб'єктивний фактор при прийнятті рішення (статус ОПР, позиція вищого керівництва, стратегічні цілі тощо);

ступінь підтримки керівника колективом - якщо порозуміння і підтримки інших керівників і підлеглих не вистачає, то проблему слід усувати за рахунок своїх особистих рис, які повинні сприяти виконанню прийнятих рішень;

особисті якості керівника - один з найбільш важливих факторів. До них відносять досвід, професійний рівень, психічні та психологічні особливості, організаторські здібності тощо [9, 10, 11].

ЛЕКЦІЯ 9. ПІДХОДИ ДО ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ. СТИЛІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

9.1 Підходи до прийняття управлінських рішень

В науці управління виділяють такі **різновиди особистих профілів рішень**:

- 1) **врівноважений**. Рішення властиві людям, які приступають до проблеми з уже сформульованою вихідною моделлю, що виникає у результаті попереднього аналізу умов і вимог завдання;
- 2) **імпульсивний**. Рішення характерні для людей, у яких процес побудови альтернатив переважає над діями з їх перевірки та уточнення;
- 3) **інертний**. Рішення є результатом дуже невпевненого й обережного пошуку;
- 4) **ризикований**. Рішення нагадують імпульсивні, але відрізняються від них деякими особливостями індивідуальної тактики, схильністю до авантюризму [9, 10, 11].

При цьому на профілі прийняття управлінських рішень впливають фактори:

- 1) **особисті якості керівника** (освіта, знання, досвід, характер, вік, стаж роботи тощо). Кожна людина має свою систему цінностей, яка визначає її дії і впливає на рішення, які вона приймає;
- 2) **ситуація прийняття рішень**, що характеризується більшою чи меншою невизначеністю, а також інформаційні обмеження;
- 3) **організаційні фактори** (здатність організації своєчасно перебудуватись відповідно до умов, що змінились; своєчасність і правильність виявлення проблеми; розподіл процесів обґрунтування та прийняття та рішень між керівниками різних рівнів управління);
- 4) **взаємозалежність рішень**, оскільки вагомі рішення мають значення для організації в цілому, а не тільки для окремого підрозділу.

Незалежно від схильності керівника до прийняття того чи іншого виду управлінських рішень, слід пам'ятати про **психологічні пастки**:

- 1) **пастка «прив'язки» рішення** (необхідно розглянути проблему з різних точок зору, проаналізувати різні варіанти, думки різних людей щоб уникнути «прив'язки» до пропозиції партнера);
- 2) **пастка збереження статус-кво** («краще - ворог хорошого», «від добра добра не шукають»);
- 3) **пастка минулих рішень** (прагнення виправдати раніше зроблений вибір, навіть якщо його обґрунтування вже втратило сенс);
- 4) **пастка підтверджуючих доказів** (людина уважніше ставиться до доказів, що підтверджують її первісну думку, ніж до фактів, що її спростовують);
- 5) **пастка формулювання** (форма постановки проблеми



(проблемне питання) впливає на прийняття того чи іншого рішення - люди прагнуть уникати ризику, коли мова йде про придбання чого-небудь і готові ризикнути, коли проблема сформована в термінах уникнення втрат);

б) **пастка оцінок і прогнозів** (надлишкова впевненість або надлишкова обережність при розгляді факторів, що характеризують ситуацію прийняття рішень, зокрема - оцінок і прогнозів) [9].

Американські вчені Сем Діп та Лілі Сюзсмен пропонують **12 корисних порад для прийняття рішень:**


1. Усвідомте ваші власні схильності і упередження у прийнятті рішень. Ви емоційні чи логічні? Любите швидко діяти чи порадитись?
2. Прислухайтесь до поглядів, які відрізняються від Ваших.
3. Перемагайте спокусу застосовувати методи вирішення вчорашніх проблем для подолання сьогоднішніх.
4. Переконайтесь, що Ви вирішуєте саме ту проблему, яку потрібно. Співставне проблему та рішення для того, щоб зрозуміти її природу.
5. Аналізуйте максимальну кількість варіантів рішення.
6. Усвідомте, що навіть найкраще рішення може призвести до нової проблеми.
7. Якщо Ви користуєтесь «жорсткими фактами» для Вашого рішення, перевірте їх. Пам'ятайте, що всі дані, подані людьми, майже завжди є упередженими.
8. Якщо Ви приймаєте рішення, які хвилюють інших, поясніть причини, що спонукали Вас до вибору того чи іншого варіанту рішення.
9. Орієнтуйтесь на «задовільність», а не на «оптимальність», оскільки найкращого вибору не існує - рішення є лише добрі і погані.
10. Ставте багато запитань.
11. Вчіться на попередніх рішеннях.
12. Заохочуйте критику.

На процес прийняття управлінських рішень впливають людські відносини і свідомість людини [9].

У рамках соціологічного підходу існують три основні групи теорій, що описують прийняття управлінських рішень:

1) **теорія політичної взаємодії** - вивчає процес прийняття управлінських рішень **з погляду балансу сил та інтересів різних груп усередині колективу організації і в зовнішньому середовищі**. При цьому управлінське рішення розглядається, насамперед, як політичний крок, спрямований на зміцнення позиції визначеної групи. Особлива увага приділяється впливу референтних груп, розподілу ролей і статусів у групах, логіці формування блоків і коаліцій;

2) **теорія колективного навчання** - підкреслює, що складність і динамічний характер внутрішнього і зовнішнього середовищ організації у



поєднанні із нестачею інформації і досвіду **перетворюють процес прийняття рішень у процес безупинного навчання для керівника і колективу**. Тому чіткої межі між ухваленням управлінського рішення і його реалізацією не існує: обидва процеси взаємозалежні і взаємообумовлені;

3) **теорія корпоративної культури** - вказує на те, що основою для будь-якого управлінського рішення є **сукупність загальних для всіх співробітників переконань і відносин**. При цьому прийнято виділяти 3 рівні корпоративної культури: **поверхневий (корпоративна символіка), середній (переконання, відносини, правила, норми) і глибинний (цінності)**. Глибинні цінності відіграють важливу роль при прийнятті стратегічних рішень, тобто виборі стратегій. Правила і норми важливі при виборі тактичних заходів для реалізації стратегій.

При застосуванні групового підходу прийняття рішень однією із важливих проблем є скорочення часу на проведення нарад, що досягається завдяки відповідній їх підготовки.

На етапі підготовки наради рекомендовано:

1. Чітко визначити **мету наради**. При цьому формулювання «обговорити стан питання» її учасників ні на що не націлює.


2. Визначити **доцільність виступу з доповіддю** із проблемного питання. Можливо, фактичний матеріал та проект рішення доцільно розмножити та роздати учасникам наради завчасно.

3. Ретельно опрацювати **порядок денний** і повідомити про нього учасників наради **завчасно**. Це забезпечить їх кращу підготовку.

4. Визначити **учасників наради**. При великій кількості запрошених різко зменшується ступінь їх участі (або віддачі) в обговоренні проблеми, збільшується тривалість наради. Спостерігається так званий ефект Рингельмана: в результаті проведених експериментів було встановлено, що **при збільшенні групи особиста продуктивність роботи кожного члена групи зменшується**.

Виникає питання: за яких умов група як ціле здатна перевищити суму досягнень рівних за кількістю, але незалежно працюючих одна від одної осіб? Зниження середньої продуктивності роботи особи при збільшенні групи можна пояснити зниженням можливості активної участі кожного учасника, зменшенням частки відповідальності кожної особи та прикладених нею зусиль.

5. **Встановити час проведення наради**. Хорошою традицією є призначення нарад з урахуванням графіків роботи підрозділів. Розподіл нарад за днями тижня залежить від їх виду: проблемні краще всього проводити всередині тижня, коли продуктивність праці є найбільшою; інструктивні та оперативні - в понеділок або в кінці тижня (дуже короткі). Як правило, наради доцільно проводити в другій половині дня. Із теорії біоритмів відомо, що у людини є дві вершини підвищеної дієздатності: з 9-ї до 12-13 год., другий - між 16 і 18 год. Наряду доцільно проводити у



другий період, але так, щоб не затримуватись допізна.

6. **Визначити тривалість наради. Тривалість проблемної наради не повинна перевищувати 1,5 год.** (після цього більшість учасників втрачає інтерес до вирішення проблеми, 90% погодяться з будь-яким рішенням, тільки би скоріше завершити). **Оперативні (інструктивні) - 20-30 хв. Оптимальна тривалість сумісної розумової діяльності великої кількості людей складає 30-45 хв.**

7. **Обрати приміщення для наради.** Найкращий варіант - круглий стіл, що нівелює службові статуси, відсутність телефону (щоб не відволікали), хороша вентиляція (її відсутність знижує продуктивність праці більше ніж на 10%), годинник на стіні.

При проведенні нарад її керівнику необхідно встановити послідовність виступаючих. Якщо зразу надати слово більш авторитетним посадовим особам, вони зразу зададуть тон. Однак, їх пропозиції, як правило, будуть традиційними. Несподівані, нестандартні рішення, можуть запропонувати молоді недосвідчені колеги, але у них не буде бажання висловлювати їх після вищій посадових осіб. Тому керівнику доцільно обрати послідовність виступаючих, обернену їх авторитету і положенню [9, 12].

Організуючи та проводячи нараду, керівник може застосовувати такі прийоми маніпуляції:

1. **Використання фактору часу** (в кінці робочого дня; 2-х годинна робоча нарада).

2. **Нейтралізація опозиції** (головного опозиціонера посадити поруч - йому буде незручно протистояти; іншим опозиціонерам завадити сісти разом - вони будуть відчувати себе не такими сильними).

3. **Направлення ходу наради** (надавати слово «потрібним» людям, які задають бажаний напрям, манера керівника починати дискусію заставляє виробляти подібну тональність відповіді - запальність породжує запальність).

4. **Відповідь на критику «не розкриваючи рота».** Якщо керівника хтось критикує, виправдовування може принизити його статус (якщо виправдовується, значить винний). Він уважно стежить за присутніми, щоб виявити незгодних. Варто комусь із них зробити якийсь рух, як керівник каже: «зараз, хвилинку, надам слово» (ніби він його просив). Відмовитись незручно, а сказати є що.

5. Нарада є можливістю **колективного відходу від персональної відповідальності.**

Децентралізований підхід прийняття управлінських рішень заохочує управлінців передавати відповідальність з прийняття рішень на нижчі управлінські рівні, що сприяє зосередженню керівника на основних питаннях, а не на деталях щоденних операцій .

При **демократичному підході** рішення приймаються на користь більшості шляхом голосування . В результаті учасники процесу прийняття



рішень поділяються на переможців і переможених, що може призвести до конфліктів. На противагу йому використання дорадчого підходу передбачає пошук компромісу, якому передують з'ясування точок зору якомога більшої кількості людей, що мають відношення до управлінської проблеми [9].

Проте, незалежно від обраного підходу, в процесі розробки і прийняття керівник виконує 4 функції:

- 1) керує процесом вироблення рішення;
- 2) формулює задачу для рішення, бере участь у її конкретизації і виборі критеріїв оцінки. Уміння правильно визначити і сформулювати задачу - основна передумова ефективності управлінського рішення;
- 3) ухвалює рішення;
- 4) організує виконання рішення.

Для успішного рішення проблем потрібно:

- вчасно виявити і проаналізувати проблему, для того, щоб з'ясувати, що призвело до її виникнення, і на далі прагнути до її рішення;
- не витрачати часу на непотрібні рішення, що не впливають на ефективність роботи;
- постійно оцінювати ефективність процесу прийняття, а згодом і реалізації рішення;
- не приймати декількох рішень з одного і того ж питання;
- залучати до процесу ухвалення рішення співробітників, які мають до них відношення, вже на ранніх етапах роботи з урахуванням відповідності їхньої кваліфікації ступеню складності проблеми; мотивувати їх та винагороджувати за успіхи [9].

9.2 Стили прийняття рішень

Залежно від залучення керівником інших фахівців до процесу розробки управлінського рішення Американські вчені В. Врум і Ф. Йеттон виділяють ***п'ять стилів прийняття рішень***:

Стиль 1. Керівник приймає рішення одноосібно, без обговорення ситуації будь з ким. При цьому керівник покладається тільки на власні знання або інформацію, яку може віднайти в документах.

Стиль 2. Керівник збирає інформацію, а потім приймає рішення одноосібно. У цьому випадку керівник звертається за інформацією до одного або декількох підлеглих, при цьому може не пояснювати їм, навіщо йому потрібна ця інформація.

Стиль 3. Керівник консультується з підлеглими в індивідуальному порядку, а потім приймає рішення одноосібно. Він ділиться проблемою з обраним колом співробітників, отримує від них додаткову інформацію і пропонує надати пропозиції щодо можливого рішення проблеми, але все-таки сам приймає остаточне рішення.

Стиль 4. Керівник консультується з усією командою, а потім все-таки приймає рішення одноосібно. У рамках цього стилю він збирає групу



підлеглих і, використовуючи їх як консультантів, обговорює з ними можливі альтернативи. Керівник може використовувати їхні міркування, але все-таки право остаточного рішення залишає за собою.

Стиль 5. Керівник ділиться проблемою з командою й рішення приймається спільно. Керівник може сформулювати проблему, надати команді необхідну інформацію й брати участь в обговоренні нарівні з іншими учасниками, але відмовляється від права прийняття остаточного рішення. При цьому він не тільки погоджується із прийнятим командою рішенням, але й приймає відповідальність за нього на себе.

При виборі стилю слід керуватися такими правилами:

Правило 1: експертиза лідера. Якщо у керівника достатньо інформації для прийняття якісного рішення, він повинен використати стиль, що найбільшою мірою заощаджує час.

Правило 2: узгодженість із цілями організації. Якщо імовірно, що підлеглі мають особисті цілі, які не збігаються із цілями організації, керівнику не слід розглядати стиль 5.

Правило 3: ступінь усвідомлення проблеми. Якщо управлінська проблема - одна з тих, для яких немає технічно або історично обґрунтованої відповіді, і правильне рішення більше залежатиме від особистих думок, ніж від твердих фактів, не слід використовувати стилі 1, 2 і 3.

Правило 4: схвалення і прихильність. Якщо успіх рішення залежить від того, наскільки підлеглі будуть йому прихильні, і якщо висока ймовірність, що вони відкинуть рішення, яке не враховує їхні потреби, тоді стилі 1 і 2, які не мають на увазі вивчення думки підлеглих, доцільно виключити з розгляду.

Правило 5: прихильність прийнятому рішення при виникненні розбіжностей. Якщо для успішної реалізації рішення керівнику необхідна прихильність йому з боку підлеглих і якщо між ними можливі розбіжності відносно кращого варіанту рішення, тоді з розгляду повинні бути виключені стилі 1, 2 і 3, які не дають можливості для взаємодії підлеглих.

Правило 6: схвалення і прихильність при декількох рішеннях. Якщо підлеглі можуть відкинути рішення, яке прямо не враховує їхні настрої і думки, або успіх рішення залежить від їхньої прихильності цьому рішення, або кожне з декількох альтернативних рішень могло б вирішити проблему, тоді єдиним прийнятним стилем є стиль 5.

Правило 7: схвалення і прихильність при сумісності цілей. Якщо цілі й особисті потреби підлеглих дуже близькі цілям організації і якщо підлеглі скоріше за все візьмуть під сумнів рішення, прийняте одноосібно лідером, то можна використати тільки стиль 5.

Незалежно від обраного підходу до прийняття управлінських рішень, необхідно забезпечити їх ефективність з орієнтацією на перспективу [9].

9.3 Організація виконання управлінських рішень, типажі виконавців

Організація виконання рішень - це специфічна діяльність керівника, яка завершує управлінський цикл.

Ефективне виконання управлінських рішень забезпечують організаційні, матеріальні та особистісні фактори.

До **організаційних** факторів відносять: своєчасність і правильність виявлення проблеми, наявність необхідного запасу часу для виходу з неї; здатність організації своєчасно перебудуватись відповідно до нових умов; надійність та стабільність організації .

До **матеріальних** факторів відносять: наявність необхідних матеріальних ресурсів; можливість маневрування ресурсами, їх оперативного перерозподілу.

До **особистісних** факторів відносять: професійність та досвід керівника, що приймає управлінське рішення та організовує його реалізацію; ступінь розуміння управлінського рішення його виконавцями; рівень мотивації, очікувана винагорода у випадку реалізації управлінського рішення; загальний морально-психологічний клімат в організації [9, 12, 13, 14].

Для ефективною реалізації рішень керівник використовує **різні прийоми спілкування з потенційними виконавцями**, які відрізняються в залежності від **їх типажу**:

«Незамінний» - універсал, який погоджується на все, вмовляти його не потрібно - може образитись, оскільки розуміє все з пів-слова, іноді працює на випередження;

«Себелюб» - на першому місці власне «Я». Береться за справу тільки тоді, коли можна себе проявити. Його потрібно тримати в рамках;

«Діловий» - відмінна риса - практицизм, може досягати кінцевого результату, але не здатний співставляти задачі своєї ділянки роботи із загальними задачами. Йому потрібно ставити і пояснювати цілі, виховувати звичку «дивитись вперед»;

«Енергійний» - на робочому місці буває не часто, завжди кудись поспішає, представляє свій відділ в контактах з іншими. Добре реагує на фрази: «Себе не жалієте, зовсім замотались», «Чи не погодитесь нам трохи допомогти», «Потрібно налагодити зовнішні зв'язки», «Ви ж усіх знаєте»;

«Мораліст» - любить усіх повчати вихованню не піддається, з ним треба бути обережним, краще тримати в ролі консультанта;

«Архіваріус» - все робить за інструкцією. Йому не варто доручати нічого нового, а переважно оформлення документів;

«Скептик» - сенсу у виконанні завдання не бачить, йому потрібно кілька разів нагадати, проконтролювати.



«Творець» - все йому цікаво, ранимий, не вміє та не хоче підлаштовуватись до встановленого порядку, цінує відкритість у відносинах та чесність. Звертаючись до нього, потрібно наголошувати на його творчих та ділових якостях [9].

Основними причини неякісних управлінських рішень є:

- неадекватне співвідношення між рішенням та стилем його прийняття;
- невміння визначити суть проблеми чи дійсну її причину;
- невміння вчасно відмовитись від попереднього неправильного рішення;
- недостатнє інформаційне забезпечення прийняття рішень;
- нестача ресурсів для реалізації ефективного управлінського рішення;
- вплив емоцій;
- відкладання рішення до останнього терміну;
- недостатнє урахування ризику і попередження його наслідків;
- неприйняття нововведень, невміння їх здійснювати,;
- прийняття рішень на основі компромісу або для примирення різних точок зору;
- прийняття рішення без залучення керівників нижчого організаційного рівня, або залучення надмірної кількості працівників;
- встановлення нереальних термінів для виконання роботи.

Ефективність управлінських рішень можна оцінювати за такими показниками:

Коефіцієнт економічності реалізації рішень - відношення фактичних витрат на реалізацію рішень до нормативних (планових) витрат.

Коефіцієнт своєчасності розробки рішень - відношення фактичної тривалості розробки рішень до нормативного (директивного) строку підготовки рішень.

Ефективність управлінського рішення - це ресурсна результативність, отримана за підсумками розробки або реалізації управлінського рішення в організації.

Крім загального показника ефективності управлінського рішення може визначатись організаційна, економічна, соціальна, технологічна, психологічна, правова, екологічна, етична та політична ефективність [9, 13, 14].

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Теорія систем і системний аналіз: конспект лекцій / укладач С. В. Соколов. Суми : Сумський державний університет, 2020. 171 с.
2. Основи системного аналізу : навчальний посібник / С. В. Швець, У. С. Швець. Суми : Сумський державний університет, 2017. 126 с. ISBN 978-966-657-655-5
3. System Analyst A Complete Guide - 2020 Edition. Ebook, 205 p. Publisher 5STARCOOKS. ISBN-9781867355762.
4. Панкратова, Н. Д. Системний аналіз. Теорія та застосування : підручник / Н. Д. Панкратова. НАНУ, НТУУ "КПІ", ІПСА НАНУ. Київ : Наук. думка, 2018. 347 с.
5. Кустовська О. В. Методологія системного підходу та наукових досліджень: Курс лекцій. - Тернопіль: Економічна думка, 2005. - 124 с. ISBN 966-654-159-9.
6. Методи та системи підтримки прийняття рішень в управлінні еколого-економічними процесами підприємств : навчальний посібник / Пономаренко В. С., Павленко Л. А., Беседовський О. М. та ін. - Х. : вид. ХНЕУ, 2012. - 272 с.
7. Теорія прийняття рішень : навчальний посібник / М. Негрей, К. Тужик. Вид. Центр навчальної літератури. 2019. - 272 с.
8. Обґрунтування господарських рішень та оцінювання ризиків : навч. посіб / О. М. Полінкевич, І. Г. Волинець. Луцьк : Вежа- Друк, 2018. - 336 с. ISBN 978-966-940-216-5.
9. Підготовка і прийняття управлінських рішень : навч.-метод. матеріали / М. С. Орлів : упоряд. Г. І. Бондаренко. - К. : НАДУ, 2013. - 40 с.
10. Засоби та алгоритми прийняття рішень / В. Д. Дмитрієнко, О. Ю. Заковоротний: лабораторний практикум. - Х. : НТМТ, 2012. - 76 с. ISBN 978-617-578-089-3.
11. Теорія прийняття рішень [текст] підручник. / За заг. ред. Бутка М. П. [М. П. Бутко, І. М. Бутко, В. П. Мащенко та ін.] - К. : «Центр учбової літератури», 2015. - 360 с.
12. Decision Making under Deep Uncertainty From Theory to Practice: From Theory to Practice, 2019. 420 p. DOI:10.1007/978-3-030-05252-2. ISBN: 978-3-030-05251-5.
13. Recent Research in Control Engineering and Decision Making 1st ed. 2021. 740 Pages. Edition. Format: EPUB. eBook ISBN: 9783030652838. URL; <https://read.kortext.com/inventory/search/816664>.
14. Kruzhilko O, Mahmoud AED, Maystrenko V, Volodchenkova N, Polukarov O, Sydorenko V, Pruskyi A, Arlamov O. Scientific Support of Occupational Risk Management Decisions in Industrial Sectors in Case of



Uncertainty. International Journal Occupational Safety Health, Volume 13, No 3
(2023), 223-233. URL:
<https://www.nepjol.info/index.php/IJOSH/article/view/48456>