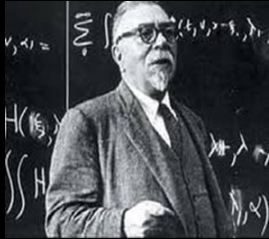




*Змістовий модуль 2.  
Наукові підходи та методи проведення досліджень*



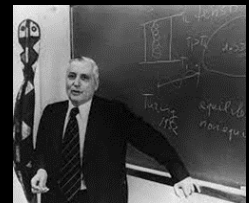
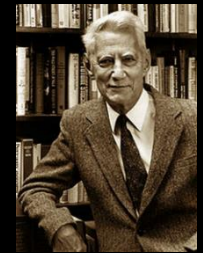
## **Лекція 6. Системний підхід**

План лекції

1. Основні принципи та аспекти системного підходу

2. Методологія системного аналізу і прийняття рішень

3. Науково-технічний підхід до визначення поняття інформація

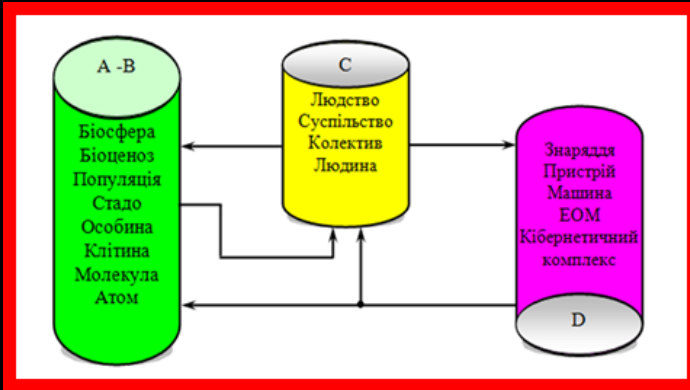


## 1. Основні принципи та аспекти системного підходу

- Проблема взаємодії людини і Природи в епоху стрімкого зростання енергетичних можливостей людини, які почали перевищувати енергію процесів природного походження, вимагає глибокого розуміння поняття системності . Дійсно, проблема економіки, соціального розвитку, політики виявляються зв'язаними в єдине ціле з проблемою стабільності біоти, еволюцією клімату, забрудненням середовища, виявленням нових ресурсів сировини, створенням нових технологій тощо. Тому, вивчення цих проблем вимагає розвитку системології та застосування системного аналізу для їх використання в сучасних умовах життєдіяльності людини.
- Системність існувала завжди (незалежно від нас), як загальна властивість матерії, форма її існування, як об'єктивна реальність.
- Поняття системності виникло разом з людиною і завжди було і є одним з методів науки
- Системність світу базується на трьох основних компонентах
- (системах, або ієрархіях за Б.С. Флейшманом):



Однією з найважливіших об'єктивних причин виникнення системних наук є не тільки системність людини, її мислення, а й системність навколишнього середовища і всесвіту в цілому.



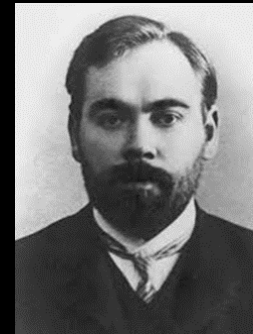
ієрархії (системи), які виникли природно:  
 фізико – біологічна (A – B) та соціальна (C);  
 штучна ієрархія (система): технічна (D)



Людвиг Берталанфі



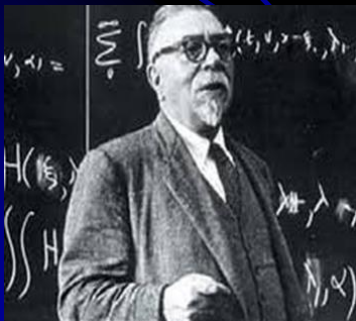
У. Р. Ешбі  
метод «Чорного ящика»



Александр Богданов



Б.С. Флейшман



1. Системність світу
2. Розвиток системних уявлень

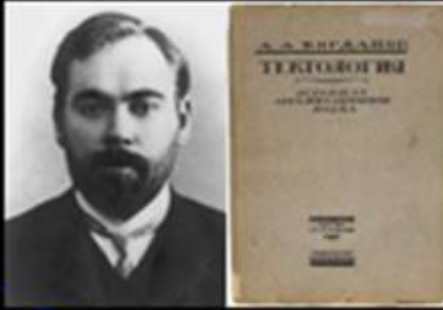
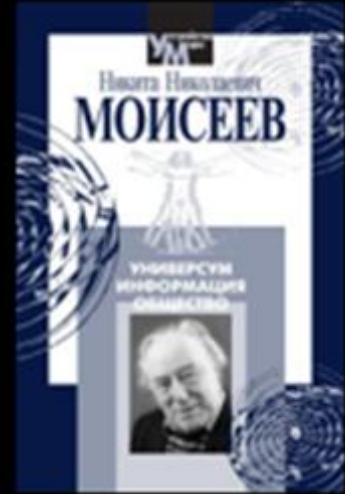
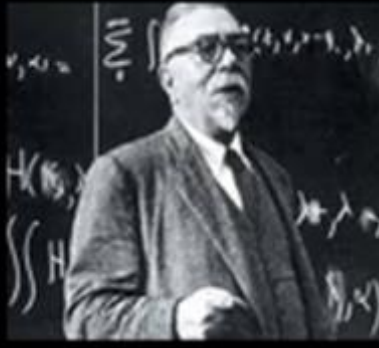
**Пригожин Илья Романович**

– бельгійський фізик руського походження.

Лауреат Нобелівської премії миру в області хімії (1977 г.)



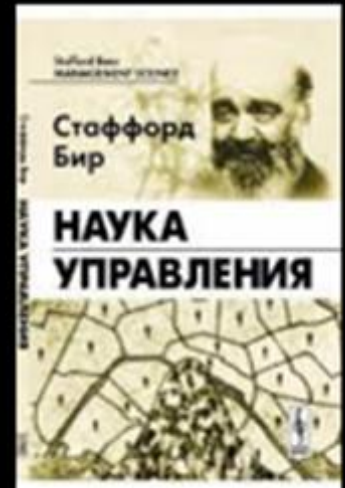
Суттєвий внесок у розвиток системності в науці, виробництві, суспільстві належить великій кількості наукових груп, центрів, вчених: Н. Вінер, У. Р. Ешбі, Ст. Бір, академіки А. Н. Колмогоров, В. М. Глушков, Н. Н. Моїсєєв, група інституту Кейтса (США) під керівництвом М. Месаровича, школа Ільї Пригожина (Бельгія), тектологія О. Богданова, і цей список можна ще продовжувати



**КОЛМОГОРОВ Андрей Николаевич (1903-87)**



російський математик, основатель наукової школи по теорії випадковості та теорії функцій, академік АН СРСР (1936), Герой Соціалістичного Труду (1963). Фундаментальні твори по теорії функцій, математичній логіці, топології, диференціальним рівнянням, функціональному аналізу та особливо по теорії випадковості (статистичне обчислення, теорія випадкових процесів) та теорії інформації. Гениальний чоловік (1965), Государственный премии СССР (1941).



**Пригожин Илья Романович**



— бельгийский физик-химик, специалист по нелинейной динамике.  
Лауреат Нобелевской премии за вклад в области химии (1977 г.)



Владимир Месарович (роб. Месарич, Д. Месарич), народився 2 вересня 1928 року — сербський інженер, професор системної інженерії в інституті Сана Месарич Лозанна (Швейцарія). Інженер на заводі, а потім новий математичний підхід до розуміння складних систем. Рухався до створення ЮНЕСКО по глобальній системі освіти. Член Радянського Союзу.



# Розвиток системних уявлень

В процесі розвитку науки можна виділити декілька періодів, які визначаються своїми підходами, методологією, методами дослідження :

Античний період

Період епохи відродження

Період сучасного системного підходу

**Античний період** науки характеризується абстрактним підходом, відірваним від експериментальної практики, а також використанням категорії "цілі". Всі знання ґрунтувались на емпіризмі та умоглядних аналогіях, які були основою наукової аргументації того часу.

**Період епохи відродження.** В XVII ст. природознавчий підхід замінив умоглядність античної науки. Ньютон поєднав експериментальні методи з новим математичним методом аналізу нескінченно малих. Для цього періоду з його методологією **фізикалізму** характерно поєднання експериментального та умоглядного (математичного) підходів, "вилучення" категорії "цілі", зведення вивчення цілого до вивчення його частин. Ця методологія (фізикалізму) виявилася дуже плідною при вивченні речовинно-енергетичних властивостей простих систем, але для складних систем, де визначальними є структурно-поведінкові властивості, вона не дала результатів.

**Сучасний системний підхід** визначає третій період розвитку науки (початок XX ст.). Він виник із потреби вивчення і наукового осмислення складних систем різної природи. Об'єкт дослідження тут вимагає цілісного розглядання його частин, відмови від неможливого класичного експерименту над ним і, відповідно, "відновлення" категорії цілі, що поєднує сучасний період з античною методологією (наївною системологією) Це **період осмислення кібернетикою свого предмету дослідження – складної системи**, тому кібернетика може бути ототожнена з системологією – теорією складних систем .

Отже, **новий системний період розвитку науки**, на відміну від ньютонівського, **характеризується** не диференціацією, а **інтеграцією науки**, що також зближує його з єдиною античною наукою періоду наївної системології. Крім того, ідейна близькість основних методів дослідження в обох напрямках також поєднує сучасну та наївну системологію. Сьогодні фізикалізм і системологія використовуються як дві різні методології дослідження простих і складних систем відповідно.



# основні тенденції в розвитку теорії систем



З пропозиції Людвіга фон Бергаланфі у 30 рр. ХХ ст. виникла *концепція загальної теорії систем*.

Одним з основних досягнень Людвіга фон Бергаланфі є введення поняття **відкритої системи**

Він підкреслював особливе значення обміну системи речовиною, енергією та інформацією з зовнішнім середовищем

- **наука про системи**, що досліджує застосування системних концепцій у природних (фізичних) та суспільних науках. Увага зосереджується на науковому вивченні цілісного на протигагу поелементного, оцінюванні способів взаємодії між компонентами системи, широкого використання методів математичного моделювання для визначення ізоморфізму в системах;
- **системна технологія**, яка призначена для розв'язку проблем з використанням методології системного підходу і сьогодні використовується в системному аналізі, в управлінні, інженерії різного напрямку та ін.;
- **системна філософія** \_намагається об'єднати традиційні науки різних галузей і знань в рамки філософських концепцій системності.



# системна термінологія

## Метаморфози системної термінології

- Суть *системних досліджень* полягає:
- у використанні фундаментального методологічного поняття системи як єдиного абстрактного зображення об'єктів будь-якої природи і степені складності;
- у виділенні провідних, визначаючих сторін, тенденцій розвитку системи;
- у поданні проблеми як своєрідної концептуальної системи.

**система** – це внутрішньо організована сукупність взаємозв'язаних елементів, що утворює єдине ціле і спільно діє для досягнення поставленої мети

- *Системний підхід* – це метод, при якому всі зв'язки, елементи, функції та проблеми розглядаються у вигляді взаємозв'язаного цілого.

**Загальна теорія систем** виступає як інтегральна теорія, предметом якої є закони утворення, поведінки та розвитку будь-яких систем з усією багатостатністю аспектів їх функціонування.

Загальна теорія систем пропонує єдиний абстрактно-математичний апарат для дослідження систем різних типів, класів та призначення – біологічних, економічних, соціальних і т.п.

За допомогою цієї теорії вивчаються не окремі, частинні властивості систем (що складає предмет інших конкретних наук), а їх загальна структурна побудова.

Основою для створення теорії систем є аналогії (ізоморфізм, подібність) процесів, в системах різного типу. Доведений ізоморфізм для систем різної природи дає можливість будувати узагальнені моделі систем та переносити знання із одної предметної області в іншу. Приклад: **Універсальна динамічна модель системи**  
(Бродський Ю.Б., Тимонін Ю.О.)

$$a_L \frac{d^2 X(t)}{dt^2} + \left( a_R + \frac{1}{X(t)} \right) \frac{dX(t)}{dt} + \frac{1}{a_C} X(t) - \varphi_0 - \frac{1}{X(t)} \frac{dV}{dt} = 0$$

- В теорії систем виділяють поняття складної системи.
- Теорію складних систем називають системологією, яку сьогодні ототожнюють з кібернетикою. Поняття складної системи стало єдиною концептуальною основою сучасної кібернетики.
- Отже, *системологію* можна визначити, як науку про загальні властивості розвитку складних систем.
- Метою *системології* є створення та вивчення найбільш загальних способів опису, законів функціонування та методів аналізу і синтезу складних систем незалежно від їх фізичної природи.
  - В *системології* розвиваються: теорія абстрактних описів і математичного моделювання систем, загальна теорія системних досліджень на базі математичних та евристичних методів.

Складовою системології, яка займається технічними системами, є **системотехніка** – це область наукових знань, яка містить теорію, методологію та дослідження і створення складних технічних систем, здібних до цілеспрямованих дій в складних ситуаціях.

До задач системотехніки відносять: визначення загальної структури технічної системи; організацію взаємодії між підсистемами та елементами; врахування оптимальної структури, параметрів та алгоритмів функціонування систем; синтез складних технічних систем.

Термін "системотехніка" спочатку використовувався у зв'язку з розв'язуванням задач проектування. Однак, сьогодні – це науковий напрямок, що охоплює не тільки проектування, але й створення, випробування та експлуатацію складних технічних систем.

**Якщо системний підхід – це деякий загально методологічний принцип системних досліджень, то системний аналіз – це технологія системного підходу.**

**Системний аналіз** – це спосіб вивчення складних об'єктів з метою дослідження впливу зв'язків елементів і підсистем на властивості об'єкту в цілому.

Предметом системного аналізу є методологія, яка призначена для розв'язування проблем на основі різного наукового інструментарію.

Системний аналіз базується на загальній теорії систем та системології, і відіграє роль інструмента системного підходу.

# Системний підхід до аналізу складних систем

Системний підхід розглядається як універсальний метод, що об'єднує інтереси різноманітних наук: кібернетики, теорії інформації, теорії прийняття рішень, топології, факторного аналізу, автоматів, масового обслуговування, графів та мереж, дослідження операцій.

*Особливості системного підходу*, як методологічної концепції в дослідженні явищ навколишнього світу, можна виділити так:

- 1) при дослідженні об'єкта як системи, опис його елементів не є визначаючим, оскільки кожен з елементів представляється не як ізольований, а з урахуванням його "місця" в цілому;
- 2) дослідження об'єкта як системи є невід'ємним від дослідження його взаємозв'язків із зовнішнім середовищем, оскільки, об'єкт вивчається як підсистема більшої системи, яка виникла поєднанням об'єкта з середовищем;
- 3) специфічною особливістю є врахування нових властивостей, які виникають при поєднанні елементів у систему (емерджентність).

# Основні принципи системного підходу

- **принцип системності** – розглядання об'єктів дослідження як систем;
- **принцип кінцевої цілі (мети)**: абсолютний пріоритет кінцевої (глобальної) цілі (мети), тобто всі процеси в системі підпорядковані глобальній цілі (головному призначенню), що накладає особисту відповідальність на вибір цілі та її трактування. Не повністю визначені кінцеві цілі або не однозначне їх трактування ушкоджує структуру та процеси в системі і взагалі управління системою;
- **принцип ієрархічності пізнання**, який потребує трирівневого вивчення об'єкта: вивчення самого об'єкта – „власний” рівень; вивчення об'єкта як елемента більшої системи – „зовнішній” рівень та вивчення об'єкта у відношенні з його складовими - „нижній” рівень;
- **принцип інтеграції**: відображається саме та особливість системного підходу, яка спрямована на вивчення інтегративних властивостей і закономірностей системи, розкриття базисних механізмів інтеграції цілого;
- **принцип функціональності**: сумісний розгляд структури й функцій з пріоритетом функцій над структурою. Цей принцип стверджує, що будь-яка структура тісно зв'язана з функціями системи та її елементів, тому досліджувати та створювати структуру необхідно після з'ясування (розуміння, точно визначення) функцій в системі. Зокрема, на практиці принцип функціональності означає те, що у випадку додавання системі нових функцій доцільно буде переглянути її структуру, а не намагатись впровадити нову функцію в стару схему.

# аспекти системного підходу

- **Системно – історичний**: розглядання процесу виникнення системи, її розвитку (еволюції), передбачення історичної перспективи.
- **Системно – компонентний**: вивчення елементного складу системи, тобто із яких компонентів утворено ціле (система).
- **Системно – структурний**: вивчення внутрішньої організації системи, способів взаємодії елементів та підсистем, типів між елементних зв'язків системи. Структура системи відіграє велику роль. Вона зв'язує компоненти системи, що надає їй цілісність та виникнення нових властивостей, які не має жоден компонент. Для збереження системи особливого значення набуває стійкість структури, яка визначається стійкістю зв'язків її компонентів.
- **Системно – функціональний**: зв'язки з вивченням поведінки окремих частин системи та функціонування системи в цілому. Кожна реальна система виконує певні функції, які представляють деякий інтегративний результат функціонування її компонентів. Функції компонентів відносно системи несе доцільний (цільовий) характер, інакше компонент випадає із системи. Функції компонентів узгоджені за часом і в просторі і часто являються результатом впливу загальносистемних функцій.
- **Системно – комунікаційний**: розглядає взаємозв'язки системи з іншими об'єктами, явищами, системами.
- **Системно – інтегративний**: вивчає фактори збереження, досконалості та розвитку системи, тобто механізми які забезпечують збереження якісної специфіки системи.
- **Всебічне дослідження системи, процесу або проблеми може бути забезпечено тільки сукупним використанням всіх аспектів системного підходу**



## Елементи теорії стійкості систем



Олександр Михайлович Ляпунов (25 травня (6 червня) 1857 — 3 листопада 1918) — російський математик і механік, академік Петербурзької Академії наук (1901 рік), іноземний член-кореспондент Паризької Академії наук (1916 рік), член Римської академії наук, почесний член Петербурзького, Харківського і Казанського університетів, Харківського математичного товариства. Учень П. Л. Чебишова. З 1885 по 1902 рік – завідувач кафедри механіки Харківського університету.



## Поняття стійкості та рівноваги

Стійкість є однією з найважливіших характеристик будь-якої системи. Ця категорія використовується науковцями в різних областях науки, пов'язаних з дослідженням складних систем. Розвиток складних систем супроводжується змінами у структурі, поведінці, режимах функціонування. Такі зміни можуть накопичуватись повільно, швидко, лавиноподібно, або стрибком, миттєво.

Динаміка складних систем завжди супроводжується втратою стійкості і виникненням *біфуркації*, яка визначає перехід системи до відмінної від попередньої лінії поведінки (режиму функціонування чи нового стану).

Результатом біфуркації системи може стати як перехід системи до нового стійкого стану, так і руйнування системи – катастрофа.

Формалізація розглянутих процесів знайшла своє відображення в математичній теорії стійкості. Тому аналіз стійкості функціонування складної динамічної системи є важливим з практичної точки зору.

Поняття стійкості як здатність будь-якого об'єкта чинити опір зовнішнім впливам, з'явилося ще в античній науці. Але основи строгої математичної теорії стійкості були закладені на початку ХХ ст. в працях відомого математика, академіка О. М. Ляпунова (1857–1918 рр.).

**Система вважається стійкою**, якщо деякі невеликі варіації умов її функціонування (вплив збурюючих факторів або зміна початкового стану) суттєво не впливають на її поведінку.

**Для характеристики стійкості системи необхідно показати, що:**

- всі змінні стану залишаються обмеженими (стійкість за Ляпуновим);
- а також визначити, що обмеженим входам при нульовому початковому стані відповідають обмежені виходи.

Формалізація системи як математичної моделі з достатньою повнотою опису об'єкта в термінах диференціальних або різницевих рівнянь дозволяє виконати оцінку її стійкості.

Отже, теорія стійкості гласить: ***система є стійкою, якщо її траєкторія у фазовому просторі залишається в заданих границях при деяких кінцевих збуреннях достатньо широкого спектру.***

Поняття стійкості системи пов'язане з поняттям рівноваги – це стан системи, до якого прагне наблизитися система. *Стан рівноваги* забезпечує високу ефективність досягнення основної мети і цілей розвитку.

наприклад

Поряд з прогресивним розвитком сучасного суспільства спостерігається загострення проблеми екологічної безпеки: будь-яка цивілізація прагне досягнути максимального розквіту всупереч природному середовищу, яке завжди намагається повернутись до стабільного стану. Виникає протиріччя «цілей» людини і природи. Тому, згідно закону необхідного різноманіття У.Р.Ешбі (Вінера-Ешбі), підвищити ефективність управління в системі «природа – суспільство» можна двома шляхами: перший – зменшити різноманіття об'єкта керування (навколишнього природного середовища), або збільшити різноманіття керуючої системи – суспільства (моральність, культуру, відповідальність, інтелект людини).



Таким чином, функціонування динамічної системи називають стійким, якщо невеликі збурення згасають у часі, наближаючись до нуля. І, навпаки, якщо відхилення не тільки не згасають, а нарощуються у часі, система переходить у нестійкий стан.

## 2. Методологія системного аналізу і прийняття рішень

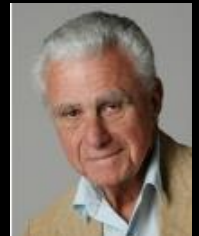
“...Не тільки результат дослідження, але й шлях, що веде до нього, повинен бути істинним”

Гегель (Hegel) Георг Вільгельм Фридрих (1780-1831)



“... вчений ... повинен прямувати вузькою стежкою між западнею надспрощення і болотом надускладнення ”

Беллман Річард (1920 - 1984)



# Етапи системного аналізу

*Предметом системного аналізу є методологія, яка призначена для розв'язування проблем на основі різного наукового інструментарію*

- Два підходи до системного аналізу, які історично виникли послідовно, що визначились проблематикою та відповідним інструментарієм вирішування проблем:
  - *перший підхід*, що базується на застосуванні формальних математичних прийомів і методів, зокрема моделюванні, теорії оптимізації, дослідження операцій, математико - статистичних методів та апроксимації даних; **МФПС** (методи формалізованого подання систем)
  - *другий підхід* «неформалізований», в основі якого лежить логіка системного аналізу на основі принципів системного підходу.

**МІДФ** (методи, що спрямовані на активізацію застосування інтуїції та досвіду фахівців)

Системний аналіз характеризується наявністю певних типових стандартних компонентів, які практично присутні в аналізі будь-якої проблеми з системних позицій.

## Компоненти системного аналізу

Ціль  
(цільова функція)

Шляхи  
досягнення цілі  
(методи, алгоритми,  
технології, програми)

Необхідні  
ресурси  
(умови-обмеження)

Системний аналіз представляє собою виконання певної послідовності взаємопов'язаних дій, виступаючи завжди як процес, що складається з певних основних етапів:

## етапи

*Етап формулювання проблеми, задачі*

*Етап визначення та формулювання цілей*

*Етап визначення наявних ресурсів для досягнення цілей*

*Етап генерації альтернатив та сценаріїв  
(шляхів, способів, методик) досягнення поставлених цілей*

*Етап вибору оптимальної альтернативи*

# Поняття формалізованих та неформалізованих методів

- В залежності від степені використання в системному аналізі формальних елементів можна виділити формалізовані математичні методи (методи математичного програмування, дослідження операцій, теорії ігор, статистичні методи тощо), та неформалізовані евристичні методи (метод мозкового штурму, метод Делфі, метод сценаріїв, експертних оцінок, метод дерева цілей, синектики, ділові ігри тощо). На всіх етапах системного аналізу широко використовуються методи моделювання – дослідження реальних об'єктів (систем) на їх моделях (оптимізаційні, машинної імітації, ігрові та інші моделі). Побудова математичних моделей є основою всього системного аналізу.
- Крім того, для розв'язування задач системного аналізу використовують такі загальнонаукові методи досліджень як мікропідхід та макropідхід, аналіз та синтез.



## Огляд неформалізованих методів

Метод мозкового штурму – це метод посилення творчого підходу стимулюванням генерації ідей у процесі їх обговорення групою людей, при якому забороняється критика. Мета даного методу полягає в стимулюванні виявлення ідей через заохочення ініціативи учасників. При цьому передбачається дотримання таких правил:

- жодна ідея не вважається безглуздою, і тому членів групи заохочують висловлювати довільні крайнощі та неймовірні ідеї;
- кожна з висловлюваних ідей належить колективу, а не особі, що запропонувала її. Кожен член групи може використовувати ідеї інших;
- жодна з ідей не піддається критиці, тому що головна мета – продовжувати, а не оцінювати ідеї.

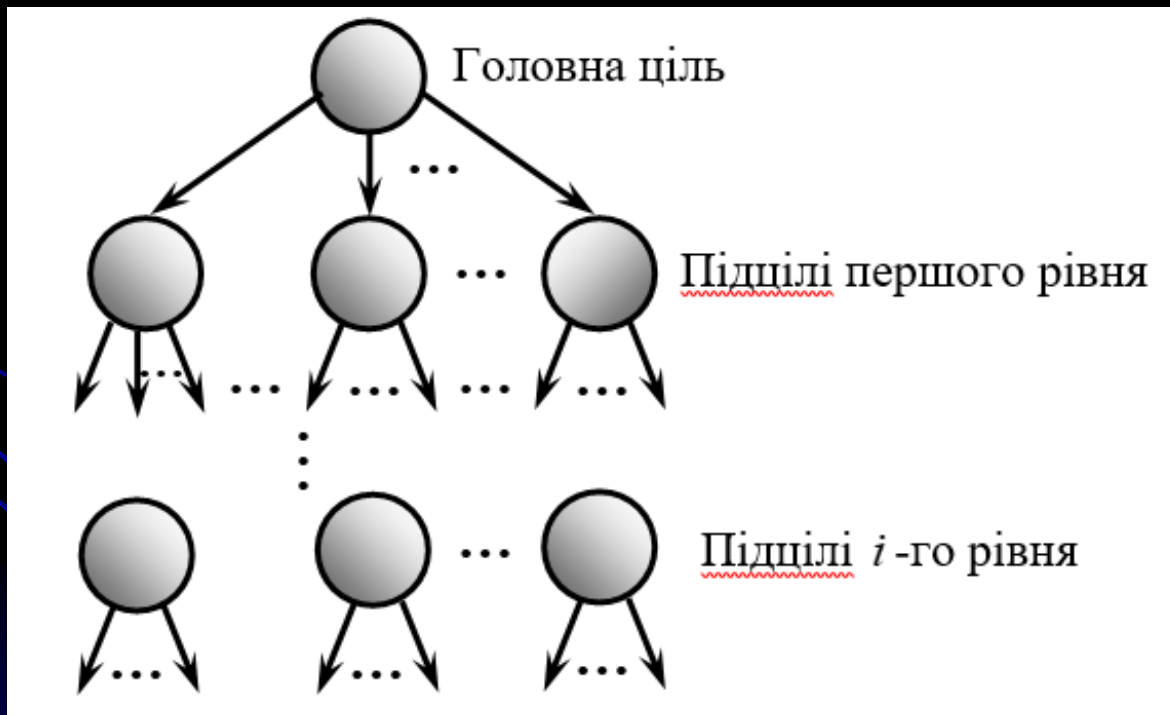
Широкого застосування метод набув в рекламному бізнесі та інших галузях.



**Метод Дельфі** (дельфійський метод – від давньогрецького міста Дельфі, яке відоме своїм оракулом) – метод експертного прогнозування шляхом організації системи збору експертних оцінок, їх математико – статистичної обробки і послідовного корегування на основі результатів попереднього циклу обробки. Метод Дельфі зберігає переваги наявності кількох суджень та усуває негативний ефект зміщених оцінок, який можливий за особистої взаємодії респондентів. Основа методу – збір поштових анкет. Наприклад учасники опитування відповідають на першу анкету та відсилають її. Спеціалісти узагальнюють відповіді, визначаючи груповий консенсус, та відправляють цей результат респондентам разом із другою анкетою для переоцінки своїх попередніх відповідей. Основна ідея цього методу полягає в тому, що консенсус приводить до кращого розв'язку після кількох циклів опитування. На практиці значні зміни не відбуваються уже після другого циклу.



**Метод дерева цілей** (США, 1957р. Стратегія належить авторам: системному аналітику професору Чарльзу Черчмену та його учню професору Расселу Акоффу – вченим в області теорії систем, системного аналізу та дослідження операцій) – це метод побудови ієрархічної структури цілей, тобто послідовний поділ розв’язуваної проблеми на її частини, підпроблеми



**Метод синектики** – це пошук аналогій до поставленого завдання за допомогою асоціативного мислення. На відміну від мозкового штурму головною метою тут є генерування невеликої кількості альтернатив. Для цього формується група з 5 – 7 осіб, які характеризуються гнучкістю мислення, широким світоглядом та практичним досвідом у різних сферах діяльності, психологічною сумісністю тощо. Після набуття певного досвіду спільної роботи група починає цілеспрямоване систематичне обговорення довільних аналогій, що виникають стосовно проблеми, яка розглядається.

Для успішної роботи необхідно дотримуватись деяких правил: забороняється обговорювати недоліки та переваги окремих членів групи, кожен має право припинити роботу без жодних пояснень, роль ведучого постійно переходить до інших членів групи.

Синектика ефективна при розв'язанні переважно інженерних проблем (завдань).



**Метод сценарного аналізу** оснований на аналізі ймовірних шляхів розвитку або поведінки системи в майбутньому. Отже, сценарій являє собою певний варіант можливого розвитку подій, деякій логічно обґрунтований прогноз, який з певною ймовірністю реалізується після прийняття рішення. Як правило, розробляють кілька варіантів сценарію розвитку подій (оптимістичних та песимістичних), в яких враховують і результати кількісного техніко – економічного або статистичного аналізу. Далі за сценаріями розробляють комплексні програми розвитку підприємств, галузей, об'єктів тощо.

Отже, сценарій є попередньою інформацією для проектної діяльності, зображення системи у вигляді графіків, таблиць, схем для проведення експертних оцінок та використання інших методів системного аналізу.



**Метод експертних оцінок** полягає в опитуванні групи фахівців з метою з'ясування їхньої думки стосовно досліджуваної проблеми. При застосуванні цього методу вважається, що думка групи експертів надійніша, ніж думка одного експерта. Метод ґрунтується на тому, що невідома характеристика досліджуваного явища (процесу, системи) трактується як випадкова величина, а індивідуальна оцінка кожного експерта щодо істинності та значущості тієї чи іншої події є відображенням її закону розподілу. При обробці результатів колективної експертної оцінки застосовують методи теорії рангової кореляції.



# Загальнонаукові методи в системному аналізі

**Метод макропідходу** полягає в ігноруванні детальної структури системи та вивченні тільки загальної поведінки системи як єдиного цілого. Макропідхід базується на методі кібернетики під назвою «**чорний ящик**», У. Р. Ешбі. Суть метода полягає в тому, що поведінка системи (її реакція на зовнішні дії) вивчається без знання внутрішньої структури системи. В міру поглиблення знань про поведінку системи можна робити висновки і про її будову.

**Метод мікропідходу** зв'язаний з детальним описуванням кожного компонента системи, дослідженням їх структури, функцій, взаємозв'язків, структури системи в цілому.

Практична реалізація найважливішого етапу мікро підходу – виявлення елементів системи та взаємозв'язків між ними – пов'язана з необхідністю подолання суперечності між бажанням більш детального вивчення кожного з компонентів системи та реальною можливістю дослідити при цьому структуру системи в цілому і принципи її функціонування. При надмірній деталізації послаблюються системні зв'язки і погіршується зв'язок з головною ціллю системи.

Методи аналізу (аналітичний) та синтезу (синтетичний) є загальнонауковими, філософськими методами пізнання дійсності, сутність яких полягає відповідно у поділі цілого на частини (процедура *декомпозиції*) та в об'єднанні частин у ціле (процедура *агрегування*).

На етапі *декомпозиції* системи здійснюється:

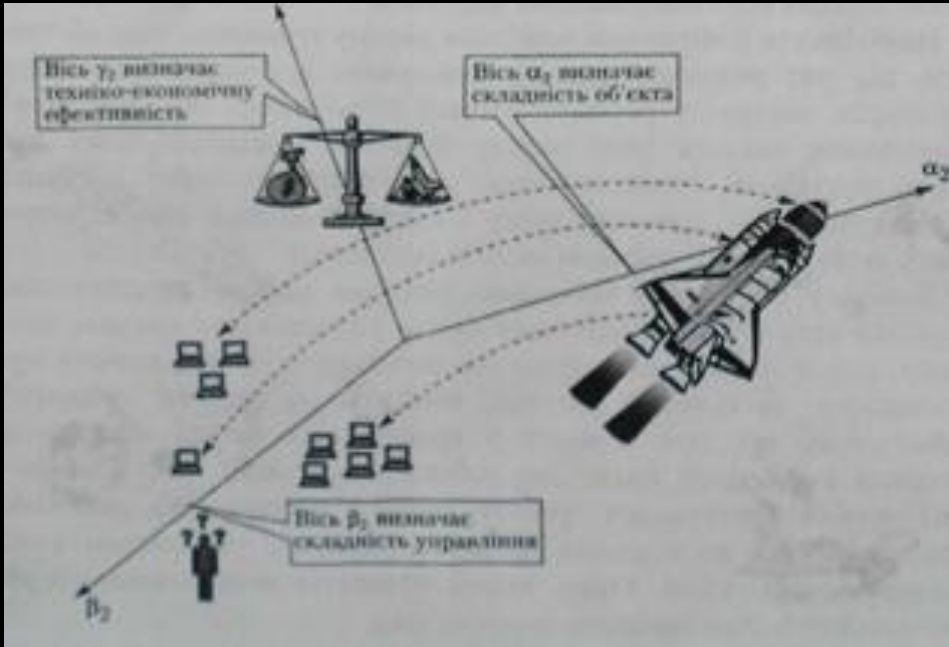
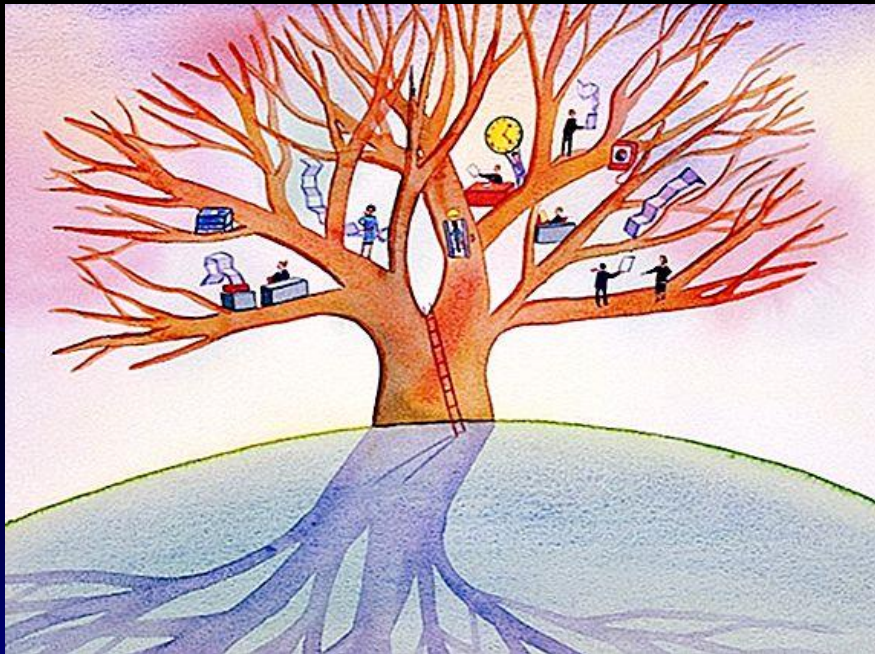
- визначення та декомпозиція загальної мети дослідження та головної функції системи як обмеження траєкторії в просторі станів системи або в області допустимих ситуацій. Найчастіше декомпозицію виконують побудовою дерева цілей та дерева функцій;
- виділення системи із середовища (абстрагування);
- опис впливових факторів;
- опис тенденцій розвитку;
- опис системи як «чорної скриньки»;
- функціональна, компонентна (за типом елементів) та структурна (за типом відношень, зв'язків між елементами) декомпозиція системи.







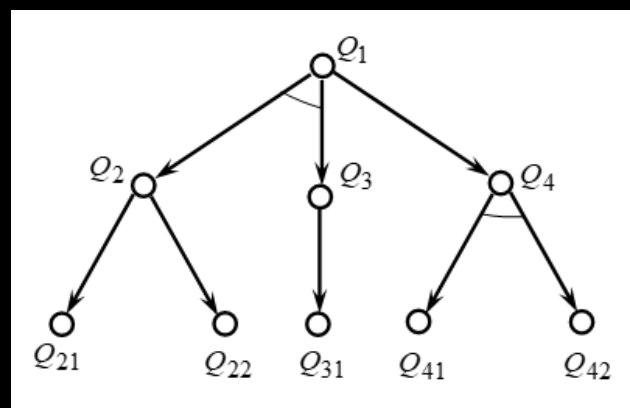
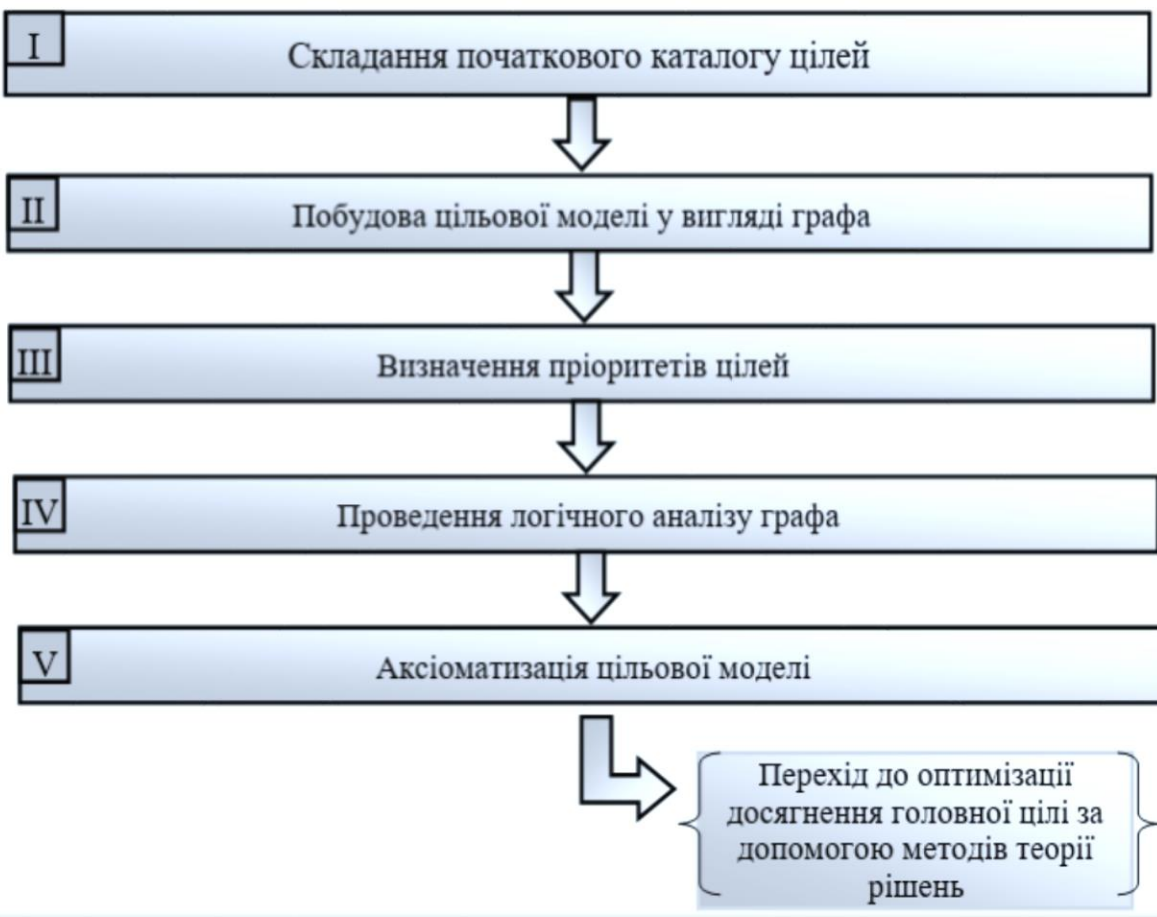
# Системно – цільовий аналіз



# Системно – цільовий аналіз

Процес обґрунтування та постановки цілей є важливим етапом системного аналізу і за суттю складає його предмет дослідження. Представимо методику побудови дерева цілей у вигляді схеми послідовних процедур:

## Методика побудови дерева цілей



граф типу „I – АБО”, де підцілі зв’язані операцією кон’юнкції – „I” позначені додатковою дужкою – якщо для досягнення цілі необхідна реалізація всіх її підцілей, або диз’юнкції – „АБО” – якщо підцілі є альтернативними варіантами досягнення цілі

## «Прийняття рішення» в системі управління

Українською: термін «**рішення**» (decision) – процес пошуку придатного варіанту поведінки

З точки зору кібернетики, **управління** - переробка (обробка) інформації з метою прийняття рішення.

Інакше, **управління** – **цільовий вплив** на об'єкт, обраний з множини можливих впливів на основі отриманої інформації, який поліпшує функціонування або розвиток об'єкта.

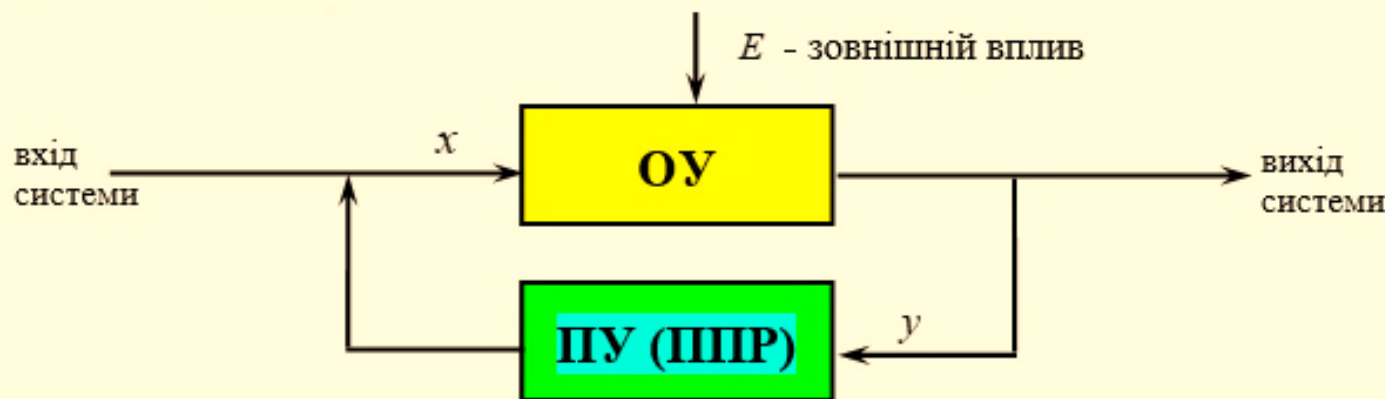
В управлінні виділяють три основних етапи:

- збір та обробка інформації;
- приймання рішення;
- реалізація впливу управління.

Ці етапи циклічно повторюються в управлінні.

Таким чином, **управління** - це процес перетворення інформації в дію – або процес прийняття рішення та його реалізація.

Взагалі, система управління складається з двох основних підсистем: **керуючої** - підсистема управління (ПУ) з модулем підготовки та прийняття рішень (**ППР**), та **керованої** - об'єкт управління (ОУ)

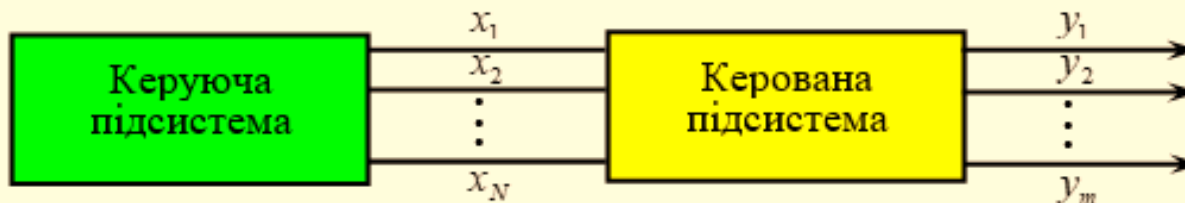


Отже, система якісного управління, відповідно і процес підготовки та прийняття вірного рішення залежать від достовірності отриманої інформації та врахування основних принципів кібернетики: необхідного різноманіття, вибору рішень на основі відбору та перетворення інформації, обов'язковості зворотного зв'язку та зовнішнього доповнення.

Коротко згадаємо їх сутність.

## Закон необхідного різноманіття (закон Вінера - Ешбі)

Різноманіття станів (наслідків, видів, результатів) керованої підсистеми, якщо воно мінімально, може бути зменшене лише за рахунок відповідного збільшення різноманіття станів (виходів) керуючої підсистеми.



«Тільки різноманіття може зменшити різноманіття» (У.Р. Ешбі.).

Із закону випливають практичні висновки, які необхідно враховувати в управлінні :

неможливо створити просту систему управління для ефективного управління складною системою.

Прості системи не в змозі справитися з різноманіттям зовнішнього середовища, оскільки не володіють достатнім різноманіттям. Тому, управляюча система повинна бути не менш різноманітною, тобто не менш складною за систему, якою вона керує !

часто цей закон формулюють, як закон необхідного та достатнього різноманіття (надлишок в окремих випадках гірше спрощення)

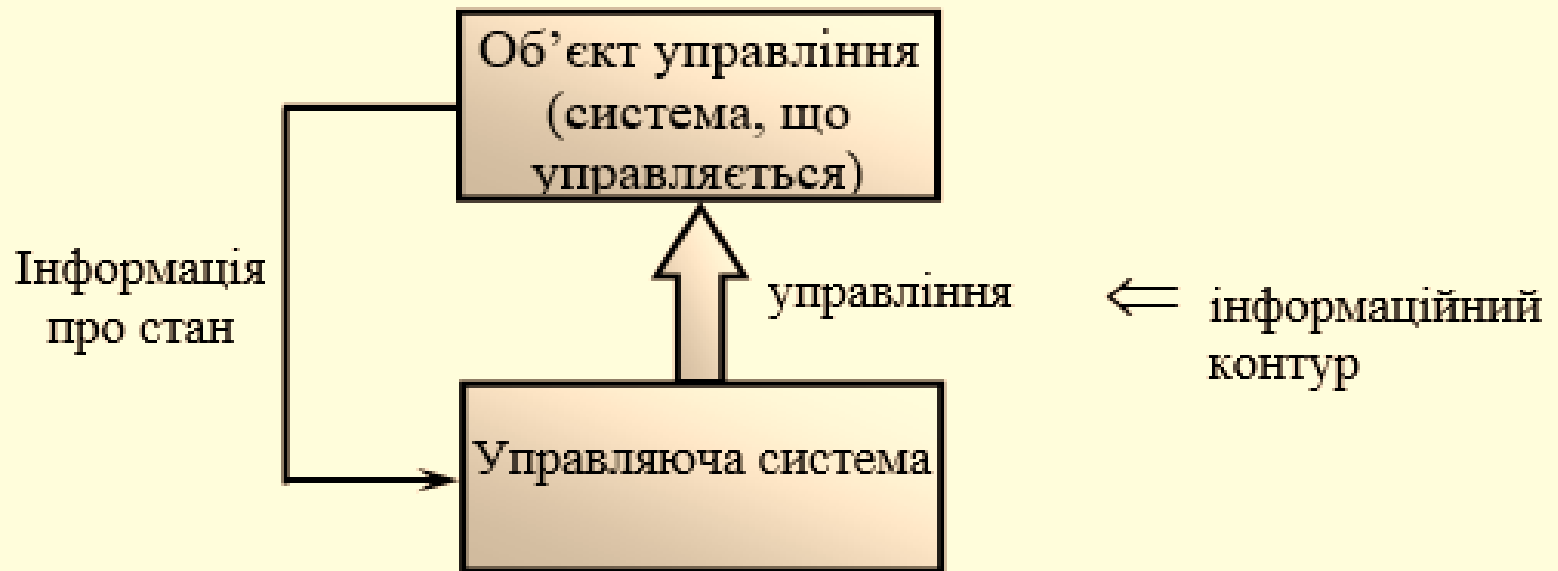
інтегрування різноманіття керуючих впливів (в керуючій підсистемі) з віддаленням ступенів управління від керованої підсистеми (від безпосередніх виконувачів). Наприклад плани стають менш диференційованими а різноманіття в розробці їх варіантів може збільшуватись

## Принцип вибору рішень на основі відбору та перетворення інформації

Суть принципу базується на постулаті У.Р. Ешбі:

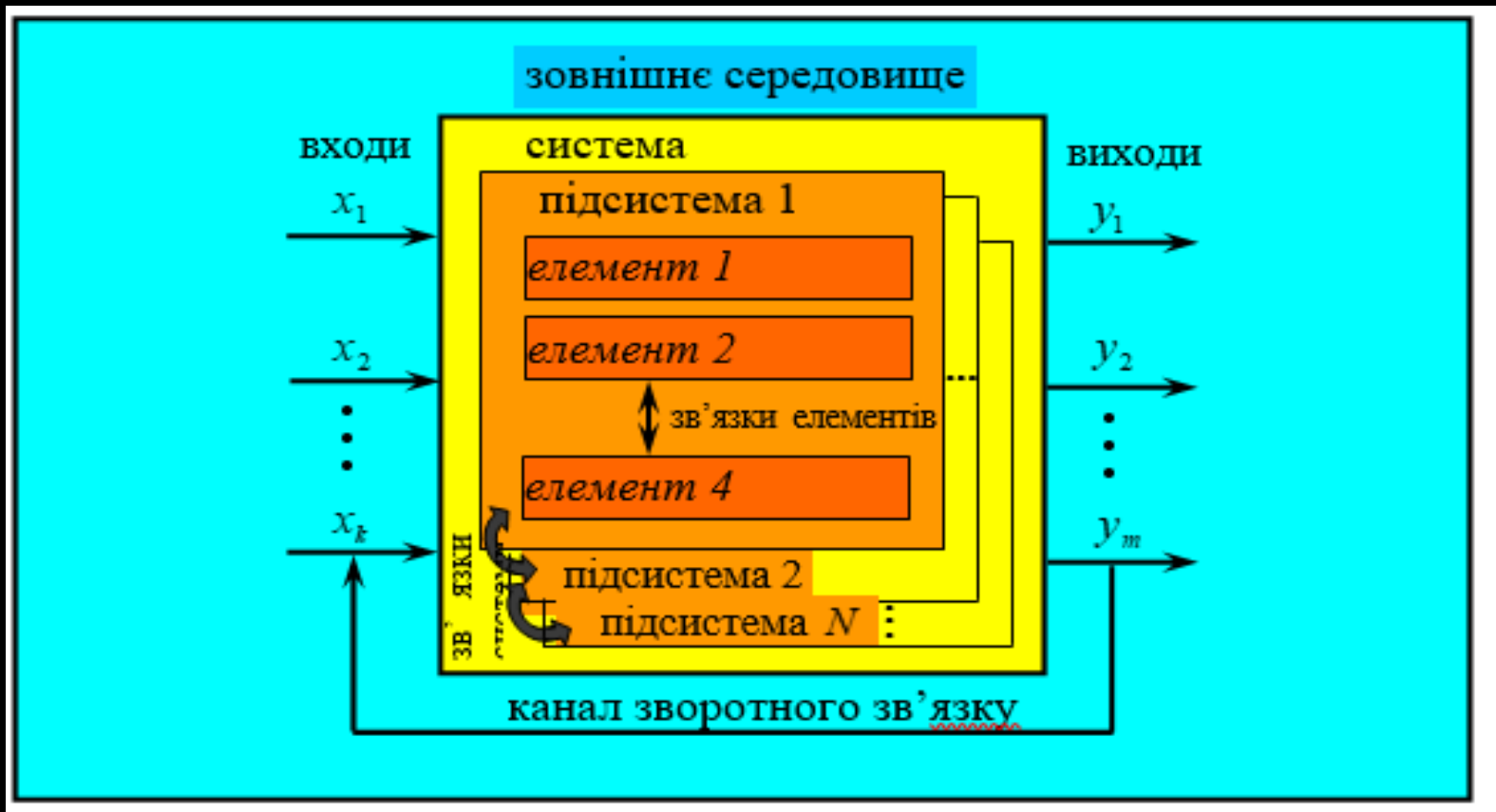
будь – яка система виконує потрібний відбір (на ступінь вище випадкового), використовуючи отриману інформацію (вибір найкращого варіанту, оптимального рішення тощо)

## Принцип обов'язковості зворотного зв'язку



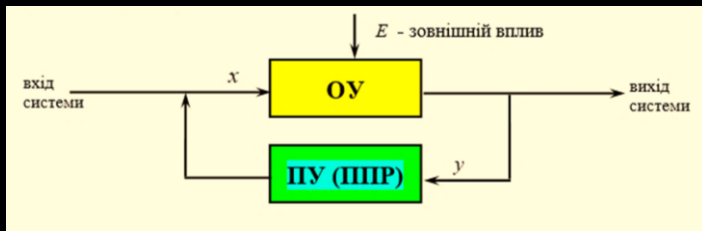
## Принцип зовнішнього доповнення

В будь – якій системі необхідно враховувати можливість впливу зовнішніх систем та факторів тобто, в ланцюгах управління включити деякий додатковий елемент („чорний ящик”) для урахування зовнішнього впливу (на основі законів розподілення ймовірностей, за допомогою випадкових чисел або навіть інтуїтивно)



На  
завершення,  
згадаємо  
основні типи  
управління

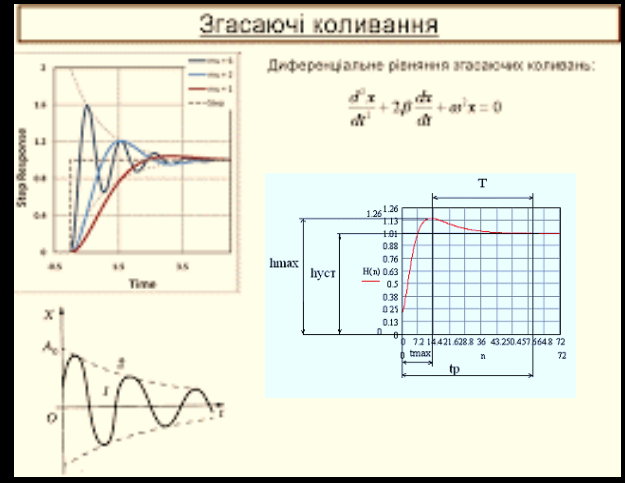




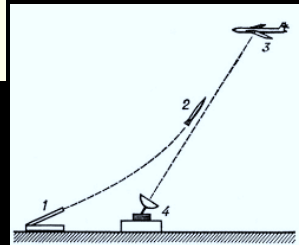
Стабілізація – підтримка вихідних величин **ОУ** близькими до заданих значень

$$y(t) \approx y_0$$

тобто стабілізація, як тип управління, є активним захистом від збурення системи.



Слідування – слідуюча система управління (система стеження) – призначено для зміни стану **ОУ** за законом, який задається зовнішнім впливом (невідомим станом), тобто процес управління визначається зовнішнім сигналом.



Програмне управління – поведінка системи визначається заданим законом (програмою)

$$y(t) = y_0(t)$$

Адаптивне управління (приспособування) – управління з неповною апіорною інформацією про процес, який управляється, що змінюється при накопиченні інформації про нього і використовується для поліпшення роботи системи.

Оптимальне управління – досягнення найкращого ефекту управління, екстремального значення функції ( $y(t) \rightarrow \max$  або  $y(t) \rightarrow \min$ ). Тобто необхідна міра для характеристики ефективності управління – критерій ефективності. Тоді під оптимальним управлінням розуміють сукупність керуючих дій, яка забезпечує найкраще (екстремальне) значення критерію ефективності.

# Методологія прийняття рішення

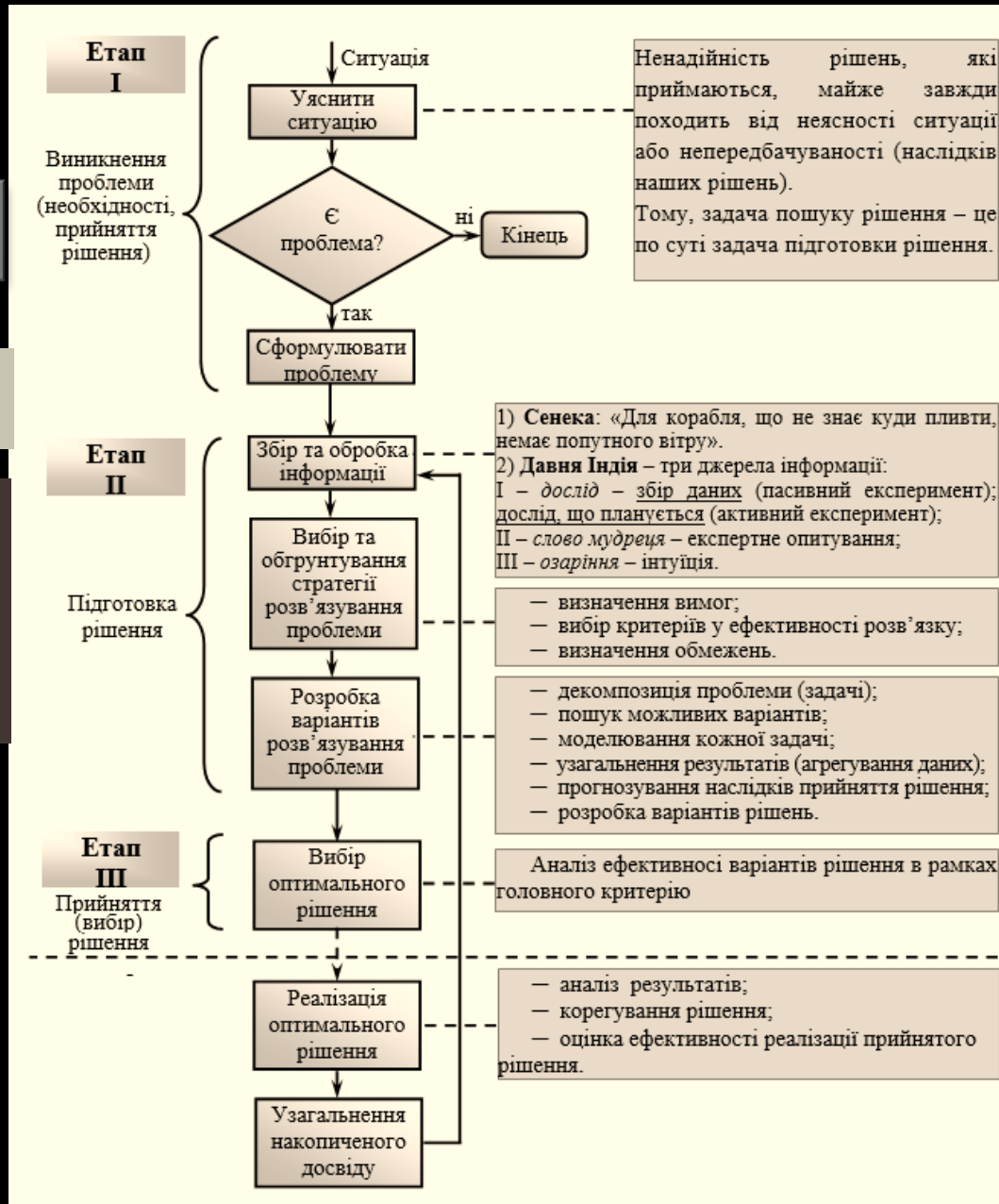
Отже, ключовим моментом процесу управління в системах є *прийняття рішення*.

Проблема завжди пов'язана з визначеними умовами, які називають **ситуацією**

**Ситуація** характеризується наступними ознаками:

- наявність мети (цілі);
- наявність альтернативних ліній поведінки (варіантів), тобто існує більше одного способу досягнення цілі;
- наявність обмежуючих факторів.

Таким чином, задача прийняття рішення виникає тоді, коли існує мета (ціль), яку потрібно досліджувати, коли можливі різні способи її досягнення, а також є фактори, що обмежують можливості досягнення цілі.



Головну роль у задачі прийняття рішення відіграє особа, що приймає рішення (ОПР) – це людина, або група людей. Крім того, на етапі збору та аналізу інформації використовують експертів – фахівців.

Задачу прийняття рішення утворює пара складових  $(\bar{X}, W_{opt})$

$\bar{X} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  – множина варіантів рішень, із якої потрібно виділити деяку підмножину, у частному випадку – один варіант;

$W_{opt}$  – принцип (критерій) оптимальності, що визначає якість (ефективність) варіантів.

Формально задачу прийняття рішення можна записати так:

$$(\bar{X}, W_{opt}) \Rightarrow \bar{X}_{opt},$$

де  $\bar{X}_{opt} \in \bar{X}$  – множина обраних із  $\bar{X}$  альтернатив (одна або декілька) згідно критерію  $W_{opt}$ .

Умови – обмеження  $\bar{\alpha} = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_m\}$  визначають область можливих (допустимих) рішень  $\bar{X}$ .

## Степінь визначеності початкової інформації

*Визначеність* інформації характеризується повнотою та достовірністю даних, що використовуються для прийняття рішення і залежить від зовнішнього середовища (*факторів впливу*).

За своєю природою та рівнем інформованості *фактори впливу* можна поділити:



*Детерміновано визначені* – це фактори, що характеризуються не випадковістю, тобто при оцінюванні якості альтернативних варіантів значення факторів відомі

*Стохастично визначені (стохастично невизначені)* – фактори, які за своєю природою є випадковими процесами (функціями) або величинами з відомими статистичними характеристиками (або, які можна отримати)

*Невизначені фактори* характеризуються тим, що при оцінюванні якості рішень можуть бути відомі лише деякі значення факторів із області їх можливих значень або діапазон змінювання значень факторів при відсутності інформації про їх розподіл ймовірностей

Фактори **активного, цілеспрямованого впливу**, які визначаються наявністю власної мети (цілі). В загальному випадку цілі ОПР і активного зовнішнього середовища можуть не співпадати, або бути протилежними, тоді виникає **конфліктна ситуація**

Отже, ознаку, яка відбиває характер впливу різних факторів (зовнішнього середовища) називають ознакою : **«визначеність – ризик – невизначеність – конфліктність»**



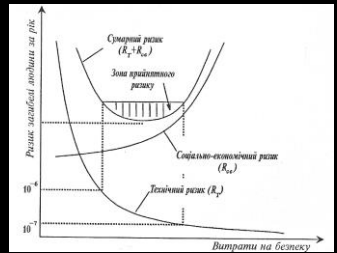
визначеність – ризик – невизначеність – конфліктність

задачі прийняття рішень в умовах детермінованої визначеності  
(детерміновані задачі)

задачі прийняття рішень в умовах стохастичної визначеності  
(в умовах ризику)

задачі прийняття рішень в умовах невизначеності

задачі прийняття рішень в умовах  
активного зовнішнього середовища та конфліктних ситуацій



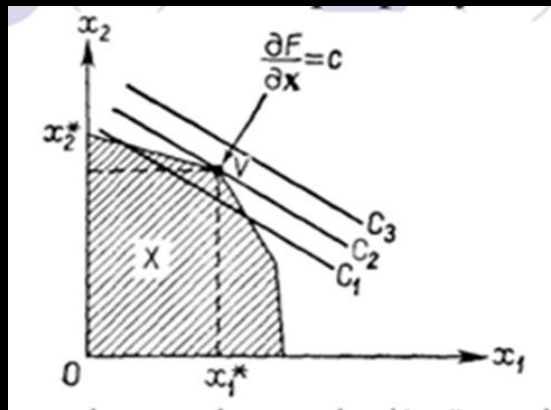
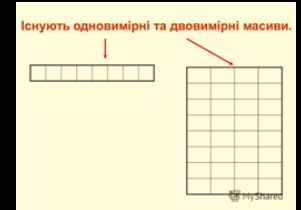
Прийняття рішень в умовах детермінованої визначеності виконується при наявності повної та достовірної інформації, що стосується проблемної ситуації, цілей, обмежень та наслідків рішень.



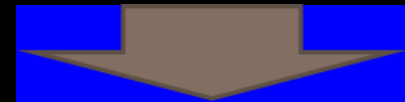
Відповідна задача прийняття оптимального рішення формулюється так:

при заданих умовах  $\bar{\alpha} = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n\}$  знайти таке рішення  $X_{opt}$ , яке приводить показник ефективності (цільову функцію)  $W$  до екстремального значення:

$$W \Rightarrow W_{extr}(\alpha, x_{opt}).$$



Можна виділити відповідно до структури моделей задачі двох типів: векторні та матричні



## Приклад моделі векторного типу

Наприклад, якщо функція  $W(x)$  лінійна, а обмеження мають вигляд лінійних рівнянь та нерівностей, виникає класична задача лінійного програмування:

$$W = \sum_{j=1}^n c_j x_j \Rightarrow \begin{cases} \max \\ \min \end{cases},$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \begin{cases} \leq \\ = \\ \geq \end{cases} b_i,$$

$$j = \overline{1, n}, i = \overline{1, m},$$

де  $c_j$  – числові коефіцієнти ефективності одиниці значення  $x_j$ ;

$a_{ij}$  – числові характеристики  $i$ -тих обмежень на одиницю значення  $x_j$   
(наприклад витрати ресурсів);

$b_i$  – обсяги обмежень (ресурсів, умов).



Приклад моделі матричного типу

$$W = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij} \Rightarrow \min;$$

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j;$$

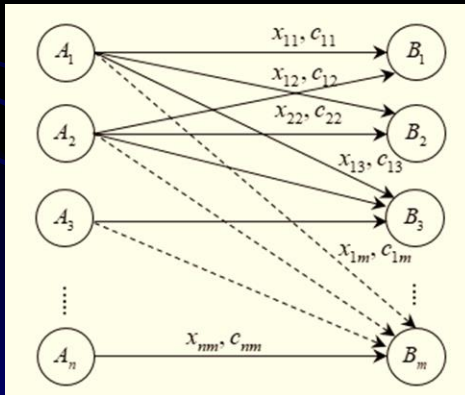
$$\underline{X} = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} \dots & X_{1n} \\ X_{m1} & X_{m2} \dots & X_{mn} \end{pmatrix}$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = a_i$$

$$\underline{C} = \begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} \dots & C_{1n} \\ C_{m1} & C_{m2} \dots & C_{mn} \end{pmatrix}$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = b_j;$$

$$X_{ij} \geq 0.$$



Алгоритм розв'язування задач


## 2. ЗІР в умовах невизначеності

Реальні задачі часто містять ще одну групу  $\xi$  - невідомі фактори. Тоді показник ефективності залежить від трьох груп факторів:

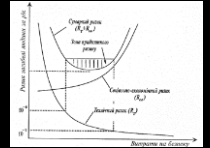
$$W = W(\alpha, \xi, X),$$

а задача ставиться таким чином: при заданих умовах  $\alpha$ , з урахуванням невідомих факторів  $\xi$ , знайти таке рішення  $x \in X$ , яке забезпечить максимальне значення показника ефективності  $W$ , якщо це можливо.

Наявність факторів  $\xi$  призводить до розв'язання задач прийняття рішення в умовах невизначеності. Природа невідомих факторів  $\xi$ , звідки вони виникають, їх контрольованість визначає тип невизначеності.



## задачі прийняття рішень в умовах стохастичної невизначеності (в умовах ризику)



В задачах даного типу завжди є ризик отримати не той результат, що очікується, бо він носить випадковий характер.

Прийняття рішення в умовах стохастичної невизначеності базується на методах статистичних рішень, в яких недостатність інформації в реальних задачах враховується шляхом розглядання випадкових подій, величин та процесів. Опис закономірностей поведінки реальних систем (випадкових процесів в системах) виконується за допомогою статистичних характеристик, які вже є не випадковими. Тому з ними можна проводити операції отримання оптимального рішення, як з детермінованими характеристиками. Загальним критерієм знаходження оптимального рішення в теорії статистичних рішень є середній ризик, тому часто задачі даного класу називають задачами прийняття рішень в умовах ризику.

Отже, якщо фактори  $\xi$  - випадкові і суттєво впливають на показник ефективності  $W$ , який також випадковий. Тоді за показник ефективності можна вибрати середнє значення (математичне очікування) цієї випадкової величини  $W_{сер} = M[W]$ . Відповідно виникає задача обрати таке рішення  $X$ , при якому даний показник буде максимальним:

$$W_{сер} = M[W(\alpha, x, \xi)] \Rightarrow \max.$$

Такий метод називають «оптимізацією в середньому», і він дуже часто використовується на практиці, якщо даний підхід виправданий. Тобто, коли операція (ситуація) володіє властивістю повторюваності.

**Приклад.** Власник невеликого магазину на початку кожного дня за ціною 50 грн. закупає для реалізації продукт, який має термін зберігання всього одну добу, наприклад, торт. Для отримання прибутку власник встановлює ціну реалізації цього продукту 60 грн. за одиницю. Якщо ж протягом дня продукт не розпродано, то в кінці дня власник встановлює знижену ціну 30 грн. за одиницю, за якою продукт завжди купують.

З попередніх спостережень власнику відомо, що попит на продукт за один день може складати 1, 2, 3 або 4 одиниці, причому попит 1 одиниці спостерігався 15 разів, попит 2-х одиниць – 30 разів, попит 3-х одиниць – 30 разів, попит 4-х одиниць – 25 разів.

**Питання:** скільки одиниць продукту має закупати власник магазину на кожен день?

Таблиця 1.2. Очікувані прибутки власника магазину

| Варіанти рішень        | Результат, $x$    | Імовірність, $p$ | $x \cdot p$ |
|------------------------|-------------------|------------------|-------------|
| Закупівля 1 од. в день | 10 грн            | 0,15             | 1,5         |
|                        | 10 грн            | 0,30             | 3,0         |
|                        | 10 грн            | 0,30             | 3,0         |
|                        | 10 грн            | 0,25             | 2,5         |
|                        | Загалом $\sum xp$ |                  |             |
| Закупівля 2 од. в день | -10 грн           | 0,15             | -1,5        |
|                        | 20 грн            | 0,30             | 6,0         |
|                        | 20 грн            | 0,30             | 6,0         |
|                        | 20 грн            | 0,25             | 5,0         |
|                        | Загалом $\sum xp$ |                  |             |
| Закупівля 3 од. в день | -30 грн           | 0,15             | -4,5        |
|                        | 0 грн             | 0,30             | 0           |
|                        | 30 грн            | 0,30             | 9,0         |
|                        | 30 грн            | 0,25             | 7,5         |
|                        | Загалом $\sum xp$ |                  |             |
| Закупівля 4 од. в день | -50 грн           | 0,15             | -7,5        |
|                        | -20 грн           | 0,30             | -6,0        |
|                        | 10 грн            | 0,30             | 3,0         |
|                        | 40 грн            | 0,25             | 10,0        |
|                        | Загалом $\sum xp$ |                  |             |

максимум очікуваного прибутку складає 15,5 грн і відповідає другому варіанту рішення – закупівлі 2 одиниць товару в день. Саме це рішення і буде оптимальним

Розв'язок задачі розглянуто у припущенні відомих імовірностей можливих ситуацій, в яких приймається рішення. Якщо ж така інформація невідома, то застосовують інші підходи для прийняття рішення в умовах невизначеності, які ґрунтуються на критеріях Вальда, Гурвіца, Лапласа, Севіджа

**Розв'язок задачі.**

Складемо таблицю (табл. 1.1), в якій буде чотири рядки можливих рішень (власник закупає 1, 2, 3 або 4 одиниці продукту) і чотири стовпчика можливих сценаріїв розвитку (попит – 1, 2, 3 або 4 одиниці товару).

У клітинках таблиці вказані фінансові наслідки (прибуток або втрати власника магазину) для кожного рішення та конкретного сценарію розвитку.

Наслідки розраховано за формулою

$$S = N_1 * 60 + N_2 * 30 - N_3 * 50, \quad (1.1)$$

де:  $N_1$  – кількість одиниць продукту, реалізованих за ціною 60 грн,  $N_2$  – кількість одиниць продукту, реалізованих за ціною 30 грн, а  $N_3 = N_1 + N_2$  – загальна кількість закуплених одиниць товару за ціною 50 грн.

Наприклад, якщо обсяг закупівлі склав 3 одиниці, а попит буде лише 2 одиниці, то прибутку не буде ( $S = 0$ ), оскільки згідно з (1.1) маємо

$$S = 2 * 60 + 1 * 30 - 3 * 50 = 0.$$

Таблиця 1.1. Таблиця можливих рішень та наслідків

| Обсяг закупівлі в день | Попит продукту протягом дня |         |        |        |
|------------------------|-----------------------------|---------|--------|--------|
|                        | 1 од.                       | 2 од.   | 3 од.  | 4 од.  |
| 1 од.                  | 10 грн                      | 10 грн  | 10 грн | 10 грн |
| 2 од.                  | -10 грн                     | 20 грн  | 20 грн | 20 грн |
| 3 од.                  | -30 грн                     | 0 грн   | 30 грн | 30 грн |
| 4 од.                  | -50 грн                     | -20 грн | 10 грн | 40 грн |

За умовами задачі легко оцінити імовірність (відносну частоту) попиту товару протягом дня:

$$p(1) = \frac{15}{15 + 30 + 30 + 25} = 0,15.$$

$$p(2) = \frac{30}{15 + 30 + 30 + 25} = 0,30.$$

$$p(3) = \frac{30}{15 + 30 + 30 + 25} = 0,30.$$

$$p(4) = \frac{25}{15 + 30 + 30 + 25} = 0,25.$$

Використовуючи дані з табл. 1.1 та згадані вище оцінки імовірності  $p(j)$ ,  $j=1, \dots, 4$ , обчислимо математичне сподівання очікуваного прибутку для кожного можливого варіанту рішення власника магазину (табл. 1.2).



## задачі прийняття рішень в умовах невизначеності



Задача прийняття рішення за умов **невизначеності** полягає у виборі оптимальної стратегії, успіх реалізації якої залежить від невизначених факторів  $\xi$  (неповноти та недостовірності інформації).

Розрізняють невизначеності стохастичної природи (розподіл ймовірностей для параметрів  $\xi$  принципово існує, але до моменту прийняття рішення інформації недостатньо та не стохастичної природи (розподіл ймовірностей для параметрів  $\xi$  взагалі не існує).

Для розв'язування задач даного типу використовують **адаптивні алгоритми** (корегувати рішення з метою збільшення його ефективності при накопиченні досвіду), спеціальні критерії теорії статистичних рішень:

критерії

➤ **критерій Лапласа**, якщо відсутня апіорна інформація щодо ймовірностей можливих **станів** природи  $P(S_j)$ , то можна вважати їх однаково ймовірними:

$$P(S_1) = P(S_2) = \dots = P(S_n) = 1/n.$$

Тоді оптимальна стратегія:

$$W_{opt} = W[X_{opt}, S) = \max_{x_i} \left[ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n v(x_i, S_j) \right],$$

де  $v(x_i, S_j)$  – оцінка або виграш для рішення  $X_i$  при  $S_j$ ;



П'єр-Сімон Лаплас (фр. Pierre-Simon Laplace; 23 березня 1749 — 5 березня 1827) — французький математик і астроном; відомий своїми працями в галузі диференціальних рівнянь, один із творців теорії ймовірностей.

➤ **критерій Вальда** (*максимінний критерій*) ґрунтується на консервативній поведінці ОПР – «позиції крайнього песимізму». Суть критерію – вибір найкращої альтернативи (максимальне рішення -  $\max x_i$ ) у найгірших умовах ( $\min S_j$ ):

$$W_{opt} = \max_{x_i} \min_{S_j} v(x_i, S_j);$$



Abraham Wald, 1902  
1950

➤ **критерій Севіджа** (*мінімакський*) обирає стратегію, що мінімізує втрати за найгірших умов;

$$W_{opt} = \min_{x_i} \max_{S_j} v(x_i, S_j);$$



Leonard Anne Savage (Detroit, United States, 1917 - Connecticut, United States, 1971)

**Приклад 2.1.** Нехай у процесі експлуатації ЕОМ виявилися збої. Необхідно прийняти рішення про подальше функціонування ЕОМ. Можливі наступні варіанти рішень:

- $x_1$  – повна перевірка ЕОМ;
- $x_2$  – мінімальна перевірка;
- $x_3$  – відмова від перевірки.

При цьому ЕОМ може перебувати в таких станах:

- $y_1$  – несправностей немає, збої були випадковими;
- $y_2$  – є незначні несправності, які вплинуть незначним чином на подальшу експлуатацію ЕОМ;
- $y_3$  – є серйозні несправності, які спотворять результати обчислень й призведуть до виходу з ладу інших блоків.

Результати втрат у відносних одиницях від зупинки ЕОМ наведено в табл. 2.1. Вони включають витрати на перевірку й усунення несправностей, а також витрати, які пов'язані із втратами машинного часу через зупинку машини.

Таблиця 2.1 – Вихідна матриця

| $F(x, y)$ | $y_1$ | $y_2$ | $y_3$ | $\min_j a_{ij}$ | $K_{mm}$ |
|-----------|-------|-------|-------|-----------------|----------|
| $x_1$     | - 20  | - 22  | - 40  | - 40            | - 40     |
| $x_2$     | - 12  | - 23  | - 43  | - 43            | -        |
| $x_3$     | 0     | - 24  | - 55  | - 55            | -        |

Використовуючи співвідношення  $d_{ij} = \max_l a_{il} - a_{ij}$ ,  $i, j = \overline{1, 3}$ , де  $a_{ij}$  – елементи вихідної матриці (табл. 2.1), неважко визначити елементи  $d_{ij}$  матриці шкодувань (табл. 2.2), а потім й значення критерію Севіджа, що виділяє другу альтернативу як кращу.

Таблиця 2.2 – Матриця шкодувань

| $F(x, y)$ | $y_1$ | $y_2$ | $y_3$ | $\max_j d_{ij}$ | $K_S$ |
|-----------|-------|-------|-------|-----------------|-------|
| $x_1$     | 20    | 0     | 0     | 20              | -     |
| $x_2$     | 12    | 1     | 3     | 12              | 12    |
| $x_3$     | 0     | 2     | 15    | 15              | -     |



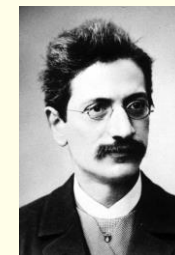
➤ **критерій Гурвіца** охоплює різні підходи до прийняття рішень – від оптимістичного (розрахунок на краще) до песимістичного (розрахунок на гірше):

$$W_{opt} = \max_{x_i} [\alpha \max_{S_j} v(x_i, S_j) + (1 - \alpha) \min_{S_j} v(x_i, S_j)],$$

де  $\alpha$  - показник оптимізму,  $0 \leq \alpha \leq 1$ .

Якщо  $\alpha = 0$ , критерій Гурвіца стає консервативним і перетворюється у критерій крайнього песимізму Вальда.

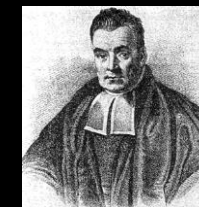
Якщо  $\alpha = 1$  - критерій крайнього оптимізму, коли рекомендується обирати стратегію, за якої у найкращих умовах виграш максимальний;



нем. Adolf Hurwitz  
1859 — 1919

➤ **критерій Байєса** – вважається відомим апріорне розподілення ймовірностей  $P(S_j)$  стосовно стану системи і ОПР вибирає оптимальну стратегію, яка максимізує середній виграш (математичне сподівання):

$$W_{opt} = \max_{x_i} \left[ \sum_{j=1}^n v(x_i, S_j) \cdot P(S_j) \right].$$

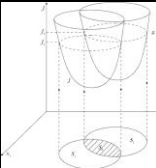


Thomas Bayes [bei:z],  
1702 — 1761

## задачі прийняття рішень в умовах активного зовнішнього середовища та конфліктних ситуацій

Задачі прийняття рішень в умовах активного зовнішнього середовища відносять до задач в умовах невизначеності особливого роду, коли має місце конфліктна ситуація – ситуація, де стикаються інтереси двох і більше сторін (кожна має свою мету).

В конфліктних ситуаціях невідомі фактори залежать від активно протидіючого зовнішнього середовища. Розробкою рекомендацій раціоналізації конфліктної ситуації, її моделюванням займається математична теорія ігор. Моделі конфліктних ситуацій базуються на припущенні, що протидіюча сторона вибирає свою поведінку найгіршою для суперника. Така ідеалізація конфліктної ситуації в деяких випадках може зменшити ризик прийняття конфліктного рішення.



### 3. Кількість показників оцінювання (багатокритеріальність)

За даною ознакою задачі поділяють на скалярні – один показник ефективності  $W$  та векторні – множина показників ефективності  $W = \{W_1, W_2, \dots, W_n\}$ . Тобто, виникає декілька критеріїв і кожне рішення оцінюється набором показників  $W_i$ , які подаються скалярними функціями, визначеними на множині рішень  $\bar{X}$ .

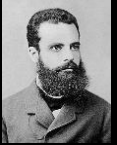
Складність таких задач полягає в тому, що для них не очевидний сам принцип оптимальності, оскільки критерії можуть бути суперечливими, вимірюватись в різних одиницях і шкалах (різної фізичної природи), мати різну ступінь важливості. Тому процес підготовки прийняття рішення в задачах векторної оптимізації передбачає дві наступні процедури:

- виділення області компромісу (множини ефективних рішень за принципом Парето);
- вибір схеми компромісу за допомогою принципів та методів побудови компромісних рішень.

## 1. виділення області компромісу:

«Історія — це кладовище аристократії.»

Vilfredo Pareto;  
1848 —† 1923

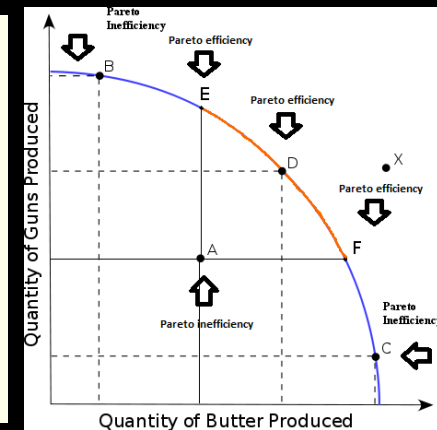


В задачах з декількома показниками оцінювання потрібно обмежитись рішеннями, для яких неможливе одночасне покращення всіх показників. Такі рішення називають *ефективними* або *оптимальними за Парето*. Як синоніми цього поняття можна навести: рішення, що не домінують, не гірші, не підпорядковані. Тому слід вибирати рішення із множини ефективних рішень. Однак залишається відкритим питання, яке конкретне ефективне рішення визнати оптимальним. Подальший пошук оптимального рішення в області компромісу визначає схема компромісу, що обирається (принцип оптимальності).

Оптимальність за Парето: Допустиме рішення  $\underline{x}^*$  є оптимальним за Парето, якщо не існує іншого допустимого рішення, яке було б для всіх учасників не гірше і хоча б для одного — краще, ніж  $\underline{x}^*$ :

$$f_i(\underline{x}) \geq f_i(\underline{x}^*), i = 1, \dots, m, \quad \underline{x} \in X - \sum \text{всіх допустимих рішень} \Rightarrow f_i(\underline{x}) = f_i(\underline{x}^*), \quad i = 1, \dots, m,$$

$f(x)$  - цільова функція для кожного учасника.



## 2. вибір схеми компромісу:

Вибір схеми компромісу приводить задачу векторної оптимізації до еквівалентної задачі скалярної оптимізації, яка далі розв'язується за допомогою відомих методів математичного програмування. Проблему вибору схеми компромісу та відповідного їй принципу оптимальності називають **проблемою скаляризації**.

Прикладом скаляризації є згортання векторного показника  $\overline{W} = (W_1, W_2, \dots, W_m)$  у скалярний показник  $W = a_1W_1 + a_2W_2 + \dots + a_mW_m$ , який називають узагальненим показником, де  $a_i$  – вагові коефіцієнти.

Отже, проблема скаляризації є одною з основних концептуальних проблем в процесі пошуку оптимального рішення, яке оцінюється векторним показником якості (ефективності). Розв'язання цієї проблеми об'єктивно необхідне для будь-якої задачі векторної оптимізації, оскільки воно припускає реалізацію одноцільових оптимізаційних обчислювальних схем відомих математичними методами.

**Принцип виділення головного показника** полягає в тому, що із векторного показника  $\bar{W} = (W_1, W_2, \dots, W_m)$  вибирається один головний, наприклад  $W_1$ , і максимізується ( $W_1 \Rightarrow \max$ ), а на всі інші накладаються мінімально допустимі обмеження. Тобто всі показники, крім головного, переводяться в ранг заданих умов  $\alpha$ .

**Принцип максиміна** реалізується шляхом «підтягування» частинних показників, чисельні значення яких в початковому рішенні виявились найменшими:

$$W_{opt} = \max \min W_i.$$

Принцип максиміна часто називають принципом «гарантованого» рівня.

## Принцип узагальненого показника (концептуальна основа метода згортки)

передбачає згортання векторного показника в один скалярний (узагальнений). Узагальнений показник подають у вигляді середньозваженого показника, в якому кожному частинному показнику  $W_i$  надається певний ваговий коефіцієнт  $a_i$ :

$$W = \sum_{i=1}^m a_i W_i - \text{арифметичний};$$

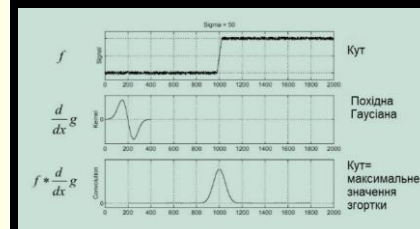
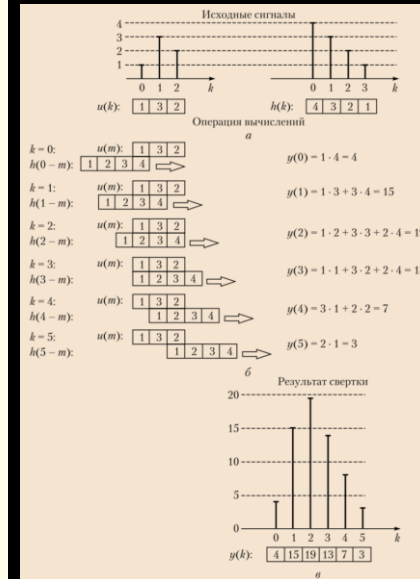
$$W = \prod_{i=1}^m W_i^{a_i} - \text{геометричний};$$

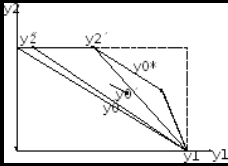
$$W = \left[ \sum_{i=1}^m \frac{a_i}{W_i} \right]^{-1} - \text{гармонічний};$$

$$W = \sqrt{\sum_{i=1}^m a_i W_i^2} - \text{квадратичний}.$$

Визначення вагових коефіцієнтів  $a_i$  виконують, як правило, експертними методами.

За потреби різні типи згорток можна завжди звести до одного типу – арифметичної згортки.





**Принцип послідовних поступок** – це ітеративний критерій оцінювання. Сутність принципу полягає в тому, що спочатку всі частинні показники  $W_i$  ранжируються та впорядковуються за ступенем важливості:  $W_1 > W_2 > \dots > W_m$ . Далі максимізується самий важливий показник  $W_1(\bar{x})$  і визначається його максимальне значення  $M_1 : \max W_1(\bar{x}) = M_1$ . Після цього встановлюється величина допустимого зниження (поступки)  $\varepsilon_1$  першого показника, за рахунок якої можна максимізувати другий показник  $W_2$ , тобто  $W_2 \rightarrow \max$  при умові, що  $W_1(\bar{X}) \geq M_1 - \varepsilon_1$ , і визначається максимум  $M_2$ :

$$\max W_2(\bar{X}) / W_1(\bar{X}) \geq M_1 - \varepsilon_1 = M_2.$$

Далі призначається поступка  $\varepsilon_2$  для показника  $W_2$  і максимізується третій показник  $W_3(\bar{X})$  при обмеженнях:

$$\begin{cases} W_1(\bar{X}) \geq M_1 - \varepsilon_1, \\ W_2(\bar{X}) \geq M_2 - \varepsilon_2 \end{cases} \text{ і т.д.}$$

Даний спосіб побудови компромісного рішення наочно показує, за яку ціну-поступку  $\varepsilon_i$  в одному показнику, отримуємо вигравш в іншому, а також величину цього вигравшу.



#### 4. Час, експеримент та степiнь об'єктивностi моделi

За ознакою фактору часу задачi прийняття рiшень подiляють на:

статичнi та динамiчнi. В статичних задачах фактором часу нехтують, в динамiчних навпаки – фактор часу вiдiграє суттєву роль. Динамiчнi задачi – це, як правило, задачi управлiння динамiчними об'єктами, системами та процесами в них.

Розв'язком задачi є деякий керуючий вплив, що змiнює стан об'єкта управлiння певним чином. Управляючi змiннi та змiннi стану зв'язанi мiж собою вiдповiдними рiвняннями динамiки (руху) об'єкта управлiння («iнформацiйний контур»).

$$\dot{y}(t) = ky(t)$$

$$\frac{dy(t)}{dt} = k(y(t)) \cdot y(t)$$

$$a_L \frac{d^2 X(t)}{dt^2} + \left( a_R + \frac{1}{X(t)} \right) \frac{dX(t)}{dt} + \frac{1}{a_C} X(t) - \varphi_0 - \frac{1}{X(t)} \frac{dV}{dt} = 0$$

**За ознакою використання експерименту** для отримання інформації задачі прийняття рішень поділяють на дві групи: з **апріорними** та **апостеріорними** даними. Задачі першої групи (прийняття рішення за апріорними даними – тільки відомою інформацією) характерні для умов детермінованої визначеності і частково для умов стохастичної визначеності. В умовах невизначеності апріорна інформація практично відсутня, тому виникає необхідність отримання нової інформації шляхом проведення експериментів. Результати експерименту надають апостеріорну інформацію.

Для її отримання (в задачах другої групи) використовують дві стратегії управління:

- **перша** – планується та проводиться серія експериментів, результати яких є основою прийняття рішення;
- **друга** – експерименти проводяться послідовно і після кожного приймається процедурне рішення: продовжувати або закінчувати експерименти.

Якщо експерименти зв'язані з випадковими факторами, то послідовна стратегія управління експериментом вважається переважною, оскільки вона дозволяє при фіксованій степені визначеності інформації у середньому зменшити обсяг експериментів.

**За ознакою кількості осіб, що приймають рішення**, задачі поділяють на задачі індивідуального та задачі колективного вибору. Процедура прийняття колективного рішення ґрунтується на узгодженості індивідуальних пропозицій членів групи згідно з прийнятим критерієм (принципом) відбору.

**Степінь об'єктивності моделі прийняття рішення** передбачає моделі двох типів: *об'єктивні* та *суб'єктивні*.

Модель першого типу є засобом відображення об'єктивної інформації та забезпечує отримання об'єктивних даних достатніх для вибору рішення. Однак, невизначеність у реальних задачах може бути принциповою і не зменшується тільки розрахунками за допомогою об'єктивних моделей. Тоді головну роль відіграє Людина – особа, що приймає рішення (ОПР). В даному випадку суб'єктивна інформація ОПР є єдиною можливою основою поєднання параметрів проблеми, що розглядається, у єдину модель, що дозволить оцінити можливі варіанти рішень, тобто модель залежить від ОПР – суб'єктивних факторів. Для підвищення якості рішень при наявності суб'єктивних факторів використовують сучасні системи підтримки процесу прийняття рішення (СППР), експертні системи, бази знань тощо.

**Таким чином:** взагалі, використання класифікації задач прийняття рішень за розглянутими ознаками приводить до різних комбінацій типів задач. Тип задачі прийняття рішення визначає вибір раціонального способу організації процесу підготовки та прийняття рішення.

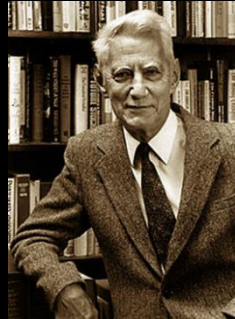
## Висновки:

Таким чином:

- задача прийняття рішення виникає тоді, коли існує мета (ціль), яку потрібно досліджувати, коли можливі різні способи її досягнення, а також є фактори, що обмежують можливості досягнення цілі;
- головну роль у задачі прийняття рішення відіграє особа, що приймає рішення ;
- Задача пошуку рішення – це по суті задача підготовки рішення.

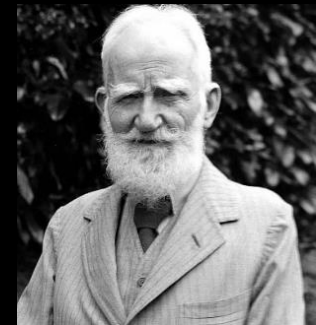
### 3. Науково-технічний підхід до визначення поняття інформація

*«Основна проблема комунікації є те, що відтворити в одній точці точно або приблизно повідомлення обраного в іншій точці»*



**Клод Элвуд Шеннон**  
1916 - 2001,

*«Якщо я з кимось поділюсь яблуком  
то мені перепаде половина і комусь  
– половина.  
А якщо я поділюся ідеєю, то і у  
мене буде ідея, і ще у декого»*



**Бернард Шоу**

*«Нічого не важить більше, ніж таємниця».*

Жан де Лафонтен (фр. Баснописець, 1621-1695)



# Сутність та зміст інформаційної технології

На формування сутності та змісту ІТ на сучасному етапі її становлення впливає **тріада**, базис якої становить суспільство, наука і техніка



Отже, в ході історичного розвитку, головними факторами суспільних перетворень стають інформаційні процеси, виробництво обчислювальної техніки та використання інформації. Змінюються концепції розвитку світової економіки, де ключову роль починає відігравати сфера інформаційних послуг, а матеріально-технологічна індустрія поступається місцем індустрії інформаційній.

Тому, мабуть природно, що вперше термін «інформаційна технологія» з'явився в соціально-економічних літературних джерелах, а саме у 1958 році у статті професорів Стенфордського університету Геральда Лівітта і Томаса Уіслера «Management in the 1980's».

Harvard Business Review

## Management in the 1980's

by Harold J. Leavitt and Thomas L. Whisler

FROM THE NOVEMBER 1958 ISSUE

SAVE SHARE **HN** \$8.95

**O**ver the last decade a new technology has begun to take hold in American business, one so new that its significance is still difficult to evaluate. While many aspects of this technology are uncertain, it seems clear that it will move into the managerial scene rapidly, with definite and far-reaching impact on managerial organization. In this article we would like to speculate about these effects, especially as they apply to medium-size and large business firms of the future.

The new technology does not yet have a single established name. We shall call it *information technology*. It is composed of several related parts. One includes

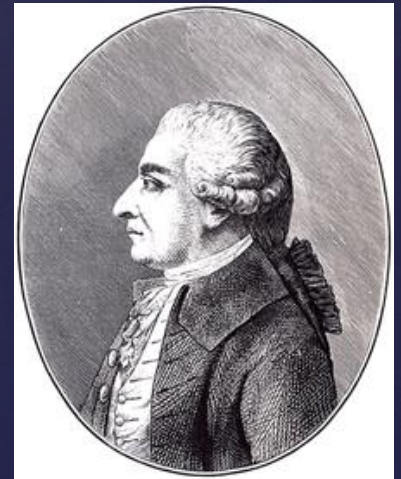
«The new technology does not yet have a single established name. We shall call it *information technology*» –

«Нова технологія ще не має єдиної встановленої назви. Ми називатимемо це *інформаційна технологія*»

## Аналіз понятійного апарату

Скористаємось методом декомпозиції і проведемо дефініцію (визначення, тлумачення) поняття «інформаційна технологія». Оскільки дефініція складається з двох компонентів, звернемося до їх етимології і семантики.

**Термін “технологія”** (з грец. *τεχνη* – *майстерність, техніка*; *λογος* – *слово, наука*) запровадив у 1772 р. німецький вчений, професор Геттінгенського університету Й. Ф. Бекман. Систематизація інших більш поширених поглядів на тлумачення даної категорії, подано у вигляді табл. 1.





Таблиця 1

| Сутність та зміст категорії “технологія”   | Джерело  |
|--|--|
| <p>“Огляд винаходів, їхнього розвитку та успіхів у мистецтвах і ремеслах може називатися історією технічних мистецтв; технологія, яка пояснює в цілому, методично і точно всі види праці з їхніми наслідками й причинами, являє собою набагато більше”.</p>  | <p>Й. Ф. Бекман [4]</p>  |
| <p>“Технологія – сукупність прийомів і способів одержання, обробки або переробки (зміни стану, властивостей, форми) сировини, матеріалів, напівфабрикатів чи виробів у різних галузях промисловості, в будівництві тощо; наукова дисципліна, що розробляє і вдосконалює ці прийоми і способи”.</p>   | <p>Українська <span style="background-color: #ADD8E6; display: inline-block; width: 100px; height: 1em; vertical-align: middle;"></span> енциклопедія [5].</p> |
| <p>“1. Сукупність знань, відомостей про послідовність окремих виробничих операцій у процесі виробництва чого-небудь.<br/>2. Навчальний предмет, що викладає ці знання, відомості.<br/>3. Сукупність способів обробки або переробки матеріалів, виготовлення виробів, проведення різних виробничих операцій тощо”.</p>  | <p>Тлумачний словник сучасної української мови [6].</p>  |
| <p>“Під технологією я розумію використання наукового знання для визначення способів виготовлення речей у відтвореній манері. Технологія є ресурсним потенціалом розвитку суспільства, який представляє різні варіанти соціальних змін”.</p>  | <p>М. Кастельс [7].</p>  |
| <p>“У широкому сенсі під технологією розуміють науку про закони виробництва матеріальних благ, вкладаючи в неї три основні частини: ідеологію, тобто принципи виробництва; знаряддя праці, тобто верстати, машини, агрегати; кадри, які володіють професійними навичками. Ці складові називають інформаційною, інструментальною і соціальною. Для конкретного виробництва технологію розуміють у вузькому сенсі як сукупність прийомів і методів, що визначають послідовність дій для реалізації виробничого процесу”.</p> | <p>Б. Советов [8].</p>   |

Аналіз тлумачень категорії “технологія” дозволяє зробити висновок про їх схожість і несуперечливість одне одному.

Узагальнивши їх сутність відповідно до змісту, виділимо основні характерні риси та властивості даної категорії:

по-перше, **технологія** – це процес досягнення поставленої мети, одержання продукції;

по-друге, **технологія** – це сукупність знань про способи та інструменти виробництва, наукова дисципліна, що їх розробляє та вдосконалює;

по-третє, **технологія** володіє такими основними властивостями та ознаками, як оптимальність, ефективність, алгоритмічність тощо.

Аналіз дефініції «інформаційна» показує, що її основу становить категорія “інформація”. Для додержання коректності при дослідженні категорії “інформація” слід зауважити, що розвиток науки і техніки за останні сімдесят років характеризується розповсюдженням саме інформаційного підходу. Ядром такого підходу власне і виступає “інформація”. Не зважаючи на зазначене, дана категорія і на сьогодні є тим феноменом, який потребує всебічного аналізу та вивчення.

Як відомо, К. Шеннон в рамках створеної ним теорії інформації опираючись на праці Г. Найквіста та Р. Хартлі основоположною категорією вважав саме **інформацію**.

Узагальнивши праці відомих вчених - Р. Клаузіуса, Л. Больцмана, К. Шеннона, Е. Вебера, Г. Фехнера та ін. видатних вчених, у тому числі й сучасних, які оперували категорією “інформація” в табл. 2 приведемо лише деякі найвідоміші тлумачення.



| Сутність та зміст категорії “інформація”   | Джерело                             |
|--|-------------------------------------|
| <p>Значення інформації і методика її вимірювання та передачі складає цілий предмет вивчення для інженера, фізіолога, психолога і соціолога. Інформація є інформація, а не матерія чи енергія [10].</p> <p>Інформація – це позначення змісту, який черпається нами із зовнішнього світу в процесі нашого пристосування до нього і приведення у відповідальність з ним нашого мислення [11].</p> | Н. Вінер [10,11]                    |
| <p>Сутність феномена інформації зводиться до різноманіття матеріального світу, а кількість інформації відображає міру різноманіття.</p>  | У. Ешбі [12]                        |
| <p>Інформація в загальному її розумінні представляє собою міру неоднорідності розподілу матерії та енергії у просторі і часу, міру змін, якими супроводжуються всі процеси, що протікають у світі.</p>   | В. Глушков [13]                     |
| <p>Інформація, з позицій теорії відображення, може бути подана як відбите різноманіття, а саме різноманіття, яке один об’єкт містить про інший об’єкт.</p>   | А. Урсул [14]                       |
| <p>Інформація представляє собою загальну фундаментальну властивість реальності, яке проявляється в тому, що окремі фрагменти реальності по різному проявляють себе у просторі та часу, тобто володіють властивістю відмінності. Сукупність цих відмінностей і є інформація.</p>  | К. Колін [15]                       |
| <p>Під інформацією розуміють відомості про будь-яку подію або предмет, що поступають до отримувача зовні в результаті його взаємодії з оточуючим середовищем.</p>  | Е. Гойхман, Ю. Лосєв [16]           |
| <p>Інформація є характеристика не повідомлення, а співвідношення між повідомленням та його користувачем.</p> <p>Інформація є не матеріальна сутність, а спосіб опису взаємодії.</p>  | В. Тростніков [17]                  |
| <p>Інформація – це документовані або публічно оголошені відомості про події та явища, що відбуваються в суспільстві, державі та навколишньому природному середовищі.</p>   | Закон України “Про інформацію” [18] |
| <p>Інформація – відомості про суб’єкти, об’єкти, явища та процеси.</p>   | ДСТУ 2226-93 [19]                   |

## Інформація існує у вигляді:

- документів, креслень, рисунків, текстів;
- світових або звукових сигналів;
- радіохвиль;
- електричних та нервових імпульсів;
- магнітних записів;
- жестів та міміки;
- запахів та смакових відчуттів;
- хромосом, за допомогою яких передаються по спадку ознаки і властивості організмів і та ін.

## Найбільш важливими властивостями інформації є:

- об'єктивність та суб'єктивність;
- повнота;
- достовірність;
- адекватність;
- доступність;
- цінність;
- своєчасність;
- актуальність.

# Інформацію можна:

- створювати;
- передавати;
- сприймати;
- використовувати;
- запам'ятовувати;
- приймати;
- копіювати;
- формалізувати;
- розповсюджувати;
- перетворювати;
- комбінувати;
- обробляти;
- ділити на частини;
- спрощувати;
- збирати;
- зберігати;
- шукати;
- вимірювати;
- знищувати;

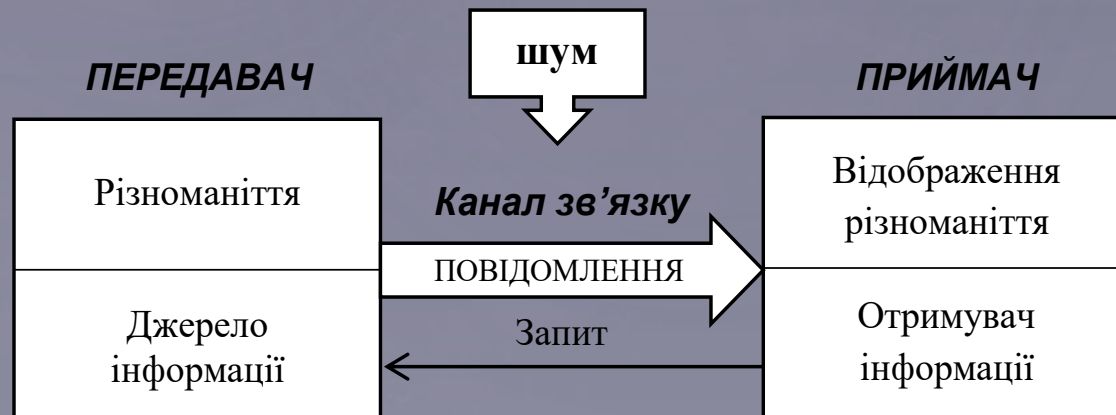
Узагальнюючи, можна зробити висновки:

**по-перше**, інформація є загальнонауковою філософською категорією і на сьогодні є об'єктивною реальністю разом із такими фундаментальними поняттями як матерія та енергія;

**по-друге**, інформація є мірою відображення різноманіття реального світу;

**по-третє**, інформація є способом опису взаємодії отримувача з оточуючим середовищем;

**по-четверте**, інформація є характеристикою співвідношення між повідомленням і його користувачем.



Таким чином, комплексуючи складові категорії “інформаційна технологія”, ґрунтовний аналіз яких приведено вище, виділимо їх спільні характерні риси. При цьому, зауважимо, що звичайне тривіальне поєднання елементів “технологія” та “інформація”, а також формальні аналогії матеріально-виробничої технології з інформаційною, дійсно відображають одну спільну основу – це *процес*, що спрямований на досягнення поставленої мети. Такою метою, як правило, є перероблення відповідного ресурсу в заданий продукт (рис. 3).

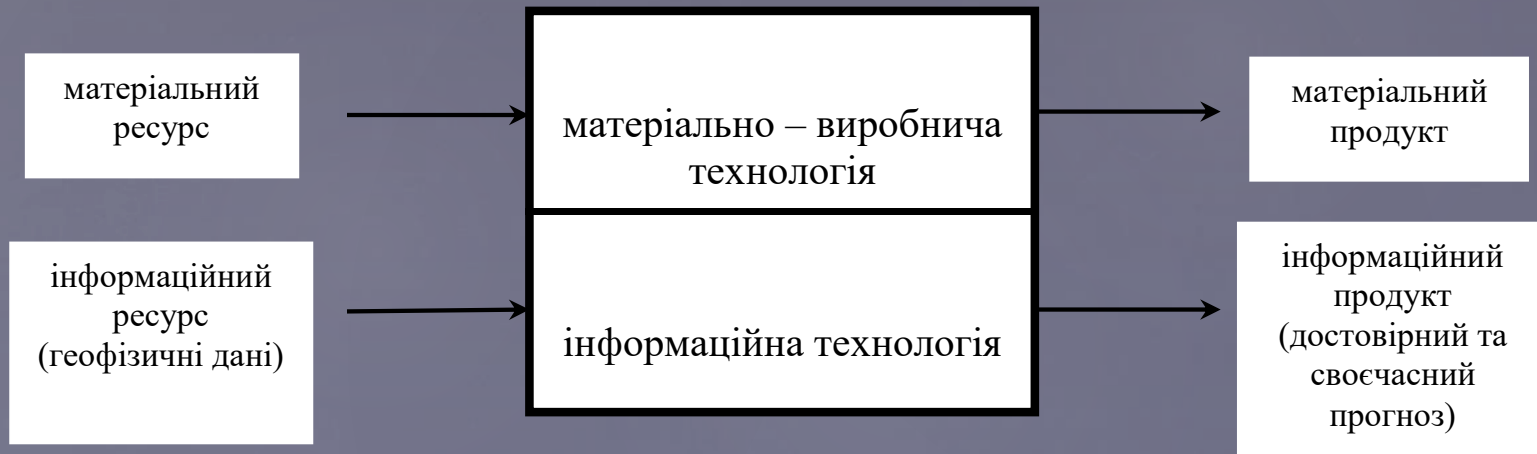


Рис. 3. Аналогія між матеріально-виробничою технологією та інформаційною технологією

Як видно з рис. 3 проста аналогія, як науковий метод дослідження, при встановленні сутності та змісту категорії “інформаційна технологія” є неприйнятним. Тому опираючись на методи системології та комплексуючи різні відомі підходи до визначення досліджуваної категорії в табл. 3 приведемо тлумачення її сутності та змісту на сучасному етапі.



| Сутність та зміст категорії “інформаційна технологія”  | Джерело   |
|--|---|
| <p>ІТ складається із кількох взаємозв’язаних частин. Перша включає методи оброблення великих обсягів інформації за допомогою швидкісних комп’ютерів. Друга зосереджується навколо використання статистичних та математичних методів вирішення проблем прийняття рішень і представлена методами математичного програмування та дослідження операцій. Третя - комп’ютерне моделювання штучного інтелекту.</p>  | <p>Г. Лівітт,<br/>Т. Уіслер<br/>[3]</p>                                   |
| <p>ІТ – процеси, де основною перетворюваною продукцією є інформація.</p>   | <p>В. Глушков [20]</p>  |
| <p>ІТ – це поданий в проектній формі концентрований вираз наукових знань та практичного досвіду, що дозволяє раціонально організувати той чи інший інформаційний процес, який достатньо часто повторюється. При цьому досягається економія затрат праці, енергії або матеріальних ресурсів необхідних для реалізації даного процесу.</p>   | <p>К. Колін<br/>[21]</p>  |
| <p>“ІТ – сукупність процесів, що використовує засоби та методи накопичення, обробки і передачі первинної інформації для отримання інформаційного продукту (інформації нової якості про стан об’єкту, процесу або явища).<br/>ІТ повинна давати можливість оцінити вплив рішень, які приймаються, на підвищення ефективності процесів, які вона обслуговує. Основною метою ІТ є повне і своєчасне задоволення інформаційних потреб користувачів”.</p> | <p>О. Томашевський<br/>[22]</p>   |
| <p>ІТ – сукупність впроваджуваних в системи організаційного управління принципово нових засобів і методів обробки даних, що поєднуються в цілісні технологічні системи та забезпечують цілеспрямоване створення, передачу, збереження та відображення інформаційного продукту (даних, ідей, знань) з найменшими затратами у відповідності з закономірностями соціального середовища, в якому розвивається нова інформаційна технологія.</p>          | <p>В. Гриценко, Б. Паньшин<br/>[23, 24]</p>                               |
| <p>ІТ – ресурси, що використовуються для збору, обробки, зберігання та розповсюдження інформації.</p>  | <p>ISO/IEC 38500: 2015 [25]</p>   |
| <p>“ІТ – цілеспрямована організована сукупність інформаційних процесів з використанням засобів обчислювальної техніки, що забезпечують високу швидкість оброблення даних, швидкий пошук інформації, розосередження даних, доступ до джерел інформації незалежно від місця їх розташування”.</p>  | <p>Закон України Про<br/>Національну програму<br/>інформатизації [26]</p> |
| <p>ІТ – технологічний процес, предметом перероблення й результатом якого є інформація.</p>   | <p>ДСТУ 2226-93 [19]</p>  |

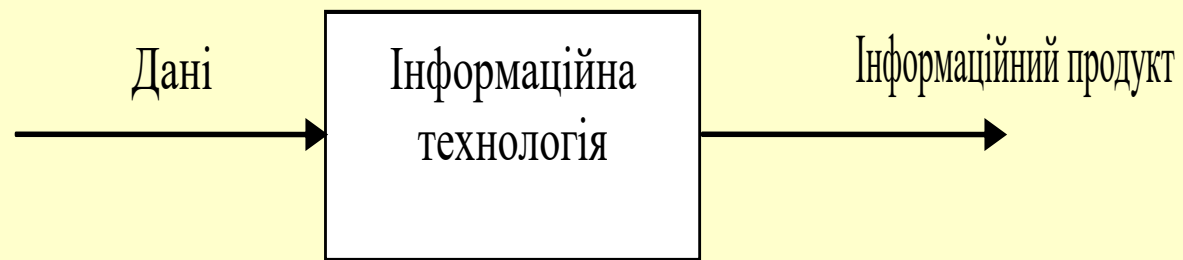
Таким чином, поняття ІТ досить багатогранне, тому за зовнішнім різноманіттям підходів до його визначення проглядаються такі основні смислові домінанти.

Перша – це *мета*, результат технологічного процесу – одержання інформації для своєчасного задоволення інформаційних потреб користувача, забезпечення можливості прийняття оптимальних управлінських рішень та, у загальному випадку, – підвищення ефективності системи-замовника інформаційного продукту.

Друга домінанта – це *процес організації досягнення мети*. З одного боку – сукупність впроваджених засобів і методів збору, зберігання, оброблення та передачі інформації, даних (дані – предмет технологічного процесу), з іншого – “концентрований вираз наукових знань та практичного досвіду” .

Третя домінанта визначає *принцип оптимальності* як гармонійного поєднання оптимізації технологічного процесу і мінімізації витрат на створення нової інформаційної технології.

Інформаційна технологія – це цілеспрямований оптимальний технологічний процес збирання, зберігання, оброблення, відображення, передачі та розповсюдження інформації за допомогою сучасних програмно-технічних засобів на основі наукових методів та практичного досвіду.



## ВИСНОВОК

- на сучасному етапі розвитку науки і техніки роль та місце, сутність та зміст ІТ суттєво залежать від галузі її практичного застосування;
- інформаційна технологія нині розглядається як складова самостійної фундаментальної науки, що має свій власний науково-категорійний апарат;
- ІТ, як наукова галузь, спирається на фундаментальні положення теорії кібернетики, теорії інформації, теорії систем, прикладної математики та інших супутніх їм теорій;
- ІТ є також і смисловою системною категорією, що відображає такі доміанти як мета, процес і оптимальність.
- інформація є загальнонауковою філософською категорією і на сьогодні є об'єктивною реальністю разом із такими фундаментальними поняттями як матерія та енергія;
- інформація є мірою відображення різноманіття реального світу;
- інформація є способом опису взаємодії отримувача з оточуючим середовищем;
- інформація є характеристикою співвідношення між повідомленням і його користувачем

"... Якщо ви захочете, щоб дерево приносило більше плодів, ніж раніше, вам не потрібно нічого робити з його гілками, а потрібно розпушити землю та підкласти новий ґрунт під коріння."