

Тема1. Методологія моделювання

"... 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."

Ф.Бекон



Bacon, Francis (1561–1626).

- 1. Базові поняття.
- 2. Системний аспект моделювання.
- 3. Технологія моделювання.

1. Базові поняття

Методологія – учення про систему принципів, способів та методів організації теоретичної та практичної діяльності.

Принцип (лат. principium – початок, основа) – основне початкове положення будь-якої теорії, учення, науки, світогляду.

Метод (гр. methodos – шлях дослідження) – спосіб досягнення будь-якої мети, розв'язування конкретної задачі, сукупність прийомів, операцій практичного або теоретичного пізнання дійсності.

Спосіб – безперервна, однозначно задана послідовність перетворень та взаємодій речей, що веде до поставленої мети.

т.б. спосіб існує там, де є мета (ціль), а значить в суспільстві.

Спосіб (інженерний) – послідовність дій та станів.

Процес (лат. Processus – просування) –

а) послідовність дій для досягнення будь-якого результату;

б) послідовне змінювання явищ, станів в розвитку будь чого.

Науковий метод – упорядкований спосіб пізнання, дослідження явищ природи та суспільства, що приводить до істини.

Теорія (гр. theoria – спостереження, дослідження):

а) сукупність узагальнених положень, що утворюють будь-яку науку або її розділ;

б) узагальнення досвіду, суспільної практики, що відображає закономірності розвитку природи та суспільства.

Гіпотеза (гр. hypothesis – припущення) – наукове припущення, що висувається для пояснення будь-якого явища і потребує перевірки досвідом, а також теоретичного обґрунтування для того, щоб стати достовірною науковою теорією.

Методи наукового пізнання

- Спостереження - це метод направленого віддзеркалення характеристик предмету, що дозволяє скласти певне уявлення про спостережуване явище.
- У блок процедур спостереження входять опис, вимірювання, порівняння.
- Експеримент - відрізняється від спостереження тим, що дослідник за допомогою експерименту активно впливає на предмет шляхом створення штучних умов, необхідних для виявлення раніше невідомих властивостей предмету.
- Моделювання
- Математичне моделювання



Моделювання

Одним із головних методів наукових досліджень є метод моделювання.

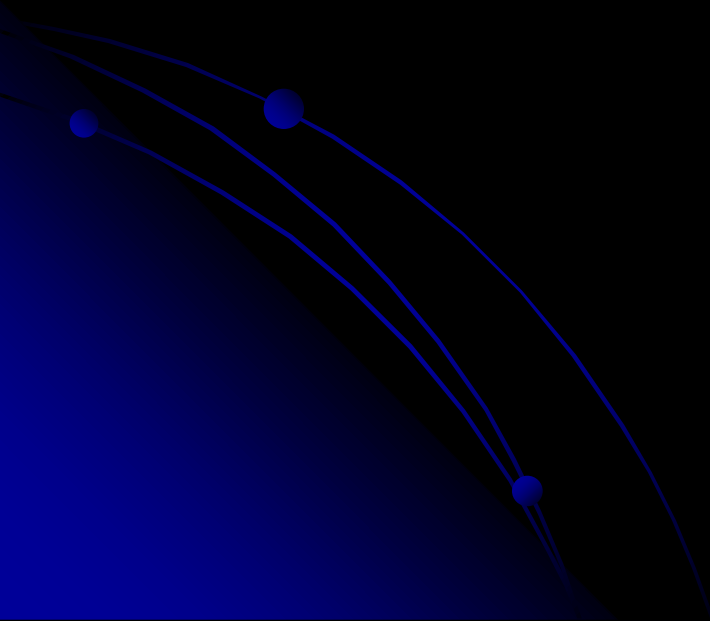
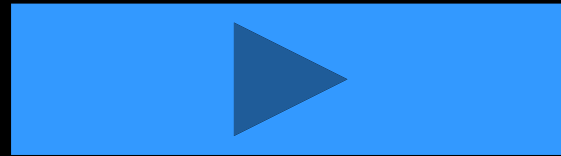
Моделювання – це науковий метод дослідження реальних об'єктів (процесів) шляхом побудови та аналізу їх моделей.

Математичне моделювання – це метод дослідження процесів, об'єктів, систем, який базується на побудові та дослідженні математичних моделей.

модель – це спрощена подібність системи, яка відображає її суттєві властивості та співвідношення

Математична модель – система математичних та логіко – математичних співвідношень, які описують реальну систему (об'єкт, процес, явище) і призначені для визначення їх кількісних та якісних характеристик

З іншого боку, моделювання – це процес дослідження
реальної системи, який складається з певних етапів



МОДЕЛЮВАННЯ – це процес дослідження реальної системи, який складається з певних етапів

Побудова моделі реальної системи

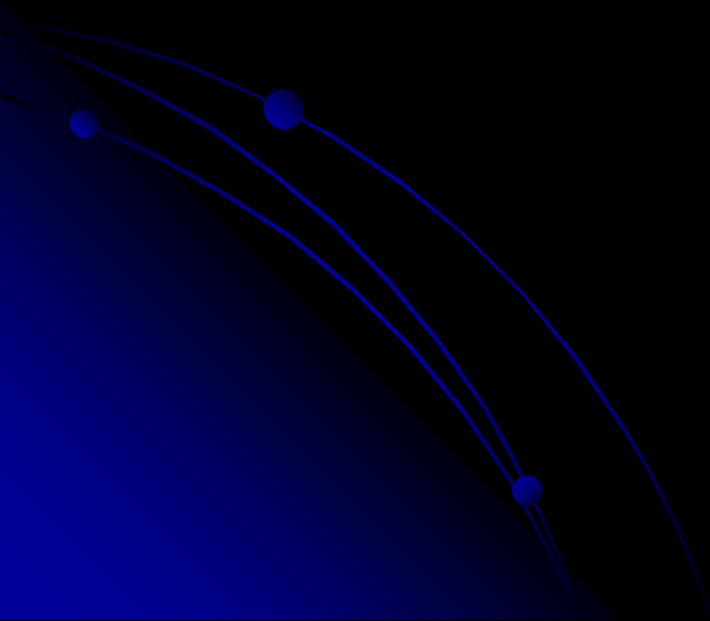


Дослідження властивостей та характеристик моделі



Перенесення отриманих відомостей (оцінок) на реальну систему

2. Системний аспект моделювання

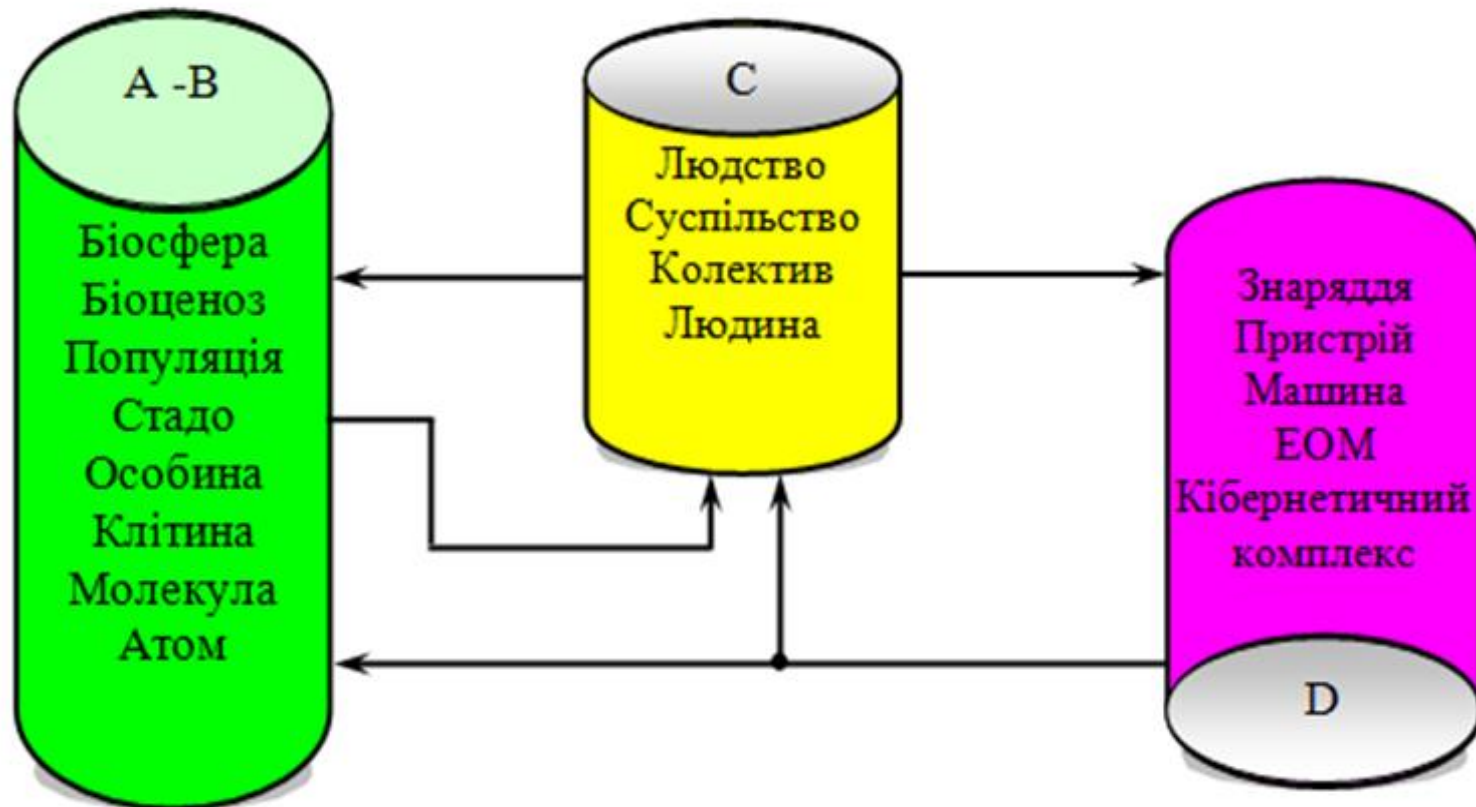


2.1. Системність світу.

- 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):



- Системність світу базується на трьох основних компонентах :
 - ієрархії (системи), які виникли природно: фізико – біологічна (А – В) та соціальна (С);
 - штучна ієрархія (система): технічна (D) (рис.1.1).



ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ В РОЗВИТКУ ТЕОРІЇ СИСТЕМ (Людвіг фон Берталанфі)



- **наука про системи**, що досліджує застосування системних концепцій у природних (фізичних) та суспільних науках. Увага зосереджується на науковому вивченні цілісного на противагу 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.

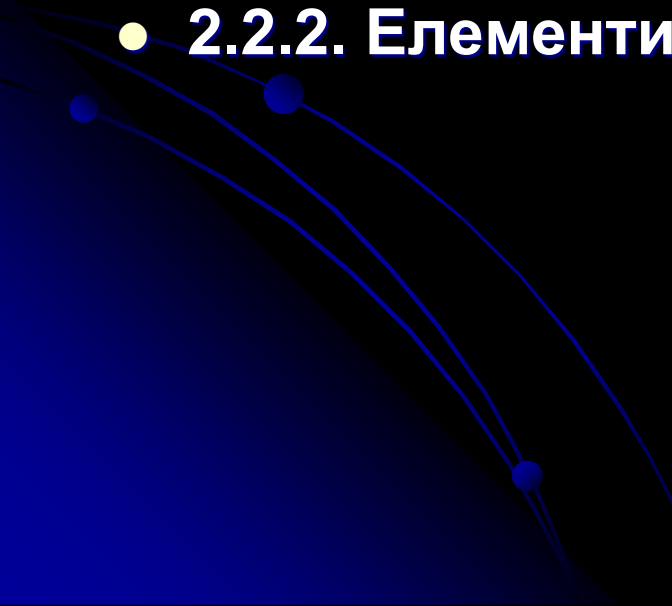
Одним з основних досягнень Людвіга фон Берталанфі є введення поняття відкритої системи

Він підкреслював особливе значення обміну системи речовиною, енергією та інформацією з зовнішнім середовищем (іншими системами). У відкритих системах встановлюється динамічна рівновага, яка може бути спрямована у бік ускладнення організації (за рахунок інформації ззовні), а функціонування є не просто відгуком на зміну зовнішніх умов, але й збереженням попередньої чи встановленням нової рухливої внутрішньої рівноваги системи.

системна термінологія

- **Системний підхід** – це метод, при якому всі зв'язки, елементи, функції та проблеми розглядаються у вигляді взаємозв'язаного цілого.
 - **Задачею** системного підходу є вираження на рівні спеціальної методології загальнонаукових принципів, положень, понять, форм та методів системних досліджень, відповідно до яких кожен об'єкт, поданий як система, розглядається не тільки як деяке самостійне ціле, а також як частина системи більш вищого рівня (макросистеми) складності.
- Теорію складних систем називають **системологією**, яку сьогодні ототожнюють з **кібернетикою**. Поняття складної системи стало єдиною концептуальною основою сучасної кібернетики.
 - В системології розвиваються: теорія абстрактних описів і математичного моделювання систем, загальна теорія системних досліджень на базі математичних та евристичних методів.
- **Системний аналіз** – це спосіб вивчення складних об'єктів з метою вивчення впливу зв'язків елементів і підсистем на властивості об'єкту в цілому.

2.2. Системний підхід до аналізу складних систем

- **2.2.1. Системний підхід. Основні принципи та аспекти**
 - **2.2.2. Елементи системології і кібернетика**
- 




2.2.1. Системний підхід. Основні принципи та аспекти

- **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**

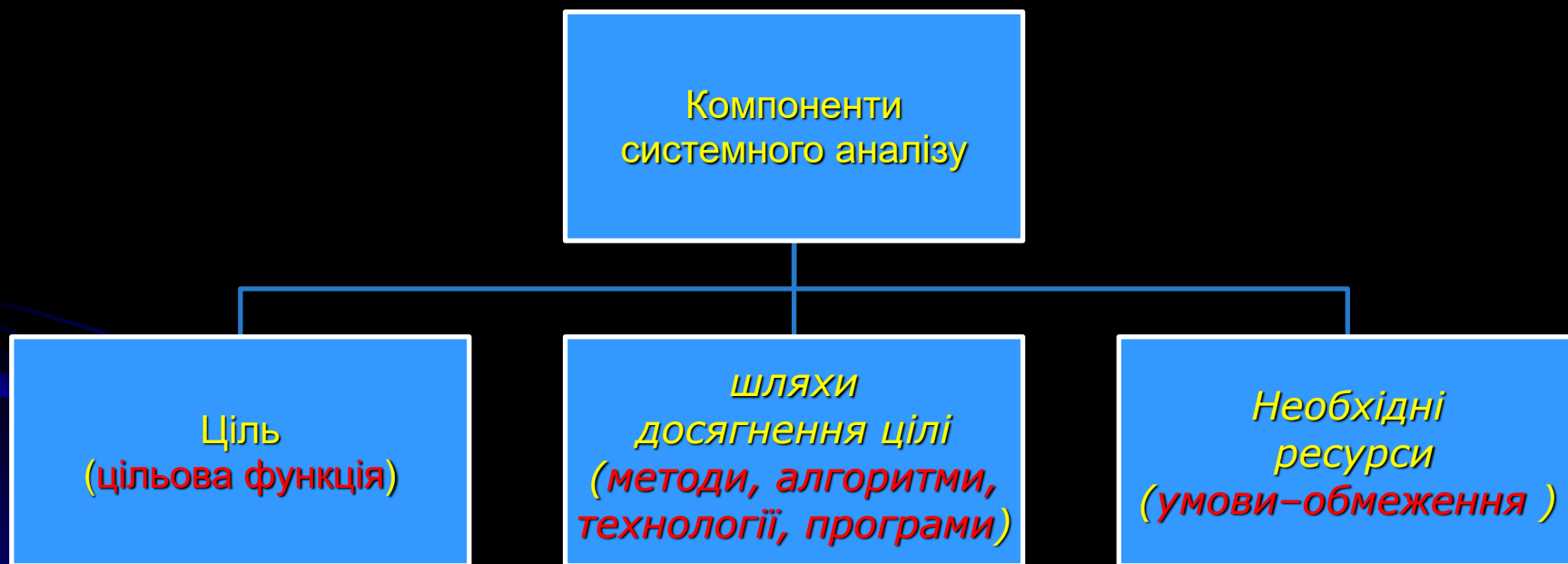
2.2.2. Елементи системології і кібернетика

- **система** – це внутрішньо організована сукупність взаємозв'язаних елементів, що утворює єдине ціле і спільно діє для досягнення поставленої цілі
- **Властивість** – здатність системи виявляти ті чи інші сторони у процесі взаємозв'язку і взаємодії. 
- **Основні характеристики систем:**
 - структура системи;
 - стан системи;
 - перетворення системи
- **Класифікація систем** 
- **Управління в системах** 

Етапи системного аналізу.

- 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 теорії оптимізації і дослідження операцій;
 - *другий підхід* «неформалізований», в основі якого лежить логіка системного аналізу.
- 

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



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



3. Технологія моделювання.



- Перевагами дослідження моделі перед безпосереднім дослідженням реальної системи є:
 - модель обмежує сторонні впливи та надлишкову деталізацію, тобто представляє об'єкт, явище, процес в чистому вигляді, абстраговано, що надзвичайно важливо для отримання об'єктивних наукових висновків;
 - модель дозволяє проводити дослід чи реальний експеримент там, де він не можливий з реальною системою;
 - з моделлю можна багаторазово проводити експерименти або досліді до отримання задовільного результату, пізнання істинної суті явища.

Головною перевагою математичних моделей є висока ступінь їх універсальності, можливість дослідження будь-яких процесів та пошуку рішень дослідних задач.

Принципи моделювання:

а) *принцип адекватності моделі і оригіналу*. Він передбачає відповідність моделі поставленій меті дослідження;


б) *принцип абстрагування від другорядних деталей та факторів*. Модель має описувати лише найсуттєвіші властивості оригіналу відносно поставленої мети та має бути простішою за нього. Тому при побудові моделі намагаються досягти її спрощення, зберігаючи при цьому суттєві властивості досліджуваної системи;

в) *принцип досягнення компромісу* між бажаною точністю результатів моделювання та складністю моделі.


Побудову математичної моделі можна здійснювати двома шляхами:

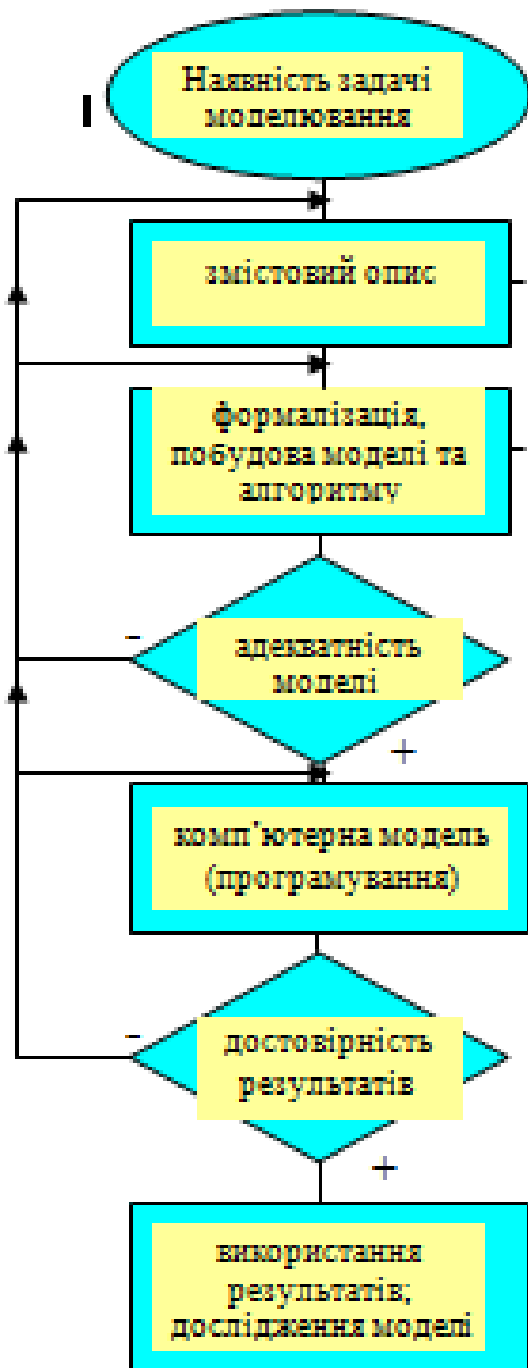
- абстрактний шлях – спочатку будується гіпотетична модель, яка потім наповнюється конкретним змістом, тобто будується оригінальна модель;
- шлях аналогії – використовуються типові моделі для опису системи або на базі типових моделей розробляють нову модель.

Схема моделювання



Методи перевірки адекватності моделі





1. вивчення систем (об'єкту, процесу)
2. визначення об'єкту моделювання, цілей процесу, цілей моделювання
3. вибір показників якості, критеріїв, вимог до деталізації, достовірності, оперативності.
4. опис системи (об'єкту, процесу)
5. прийняття гіпотез та припущень
6. визначення параметрів моделі
7. визначення вимог до вихідної інформації

8. декомпозиція на процеси (компоненти)
9. мінімізація числа параметрів моделі
10. вибір математичного апарату
11. опис та перетворення рівнянь та нерівностей моделі
12. вибір метода оптимізації
13. побудова алгоритма
14. перевірка адекватності моделі та алгоритма

Методи перевірки адекватності моделі

1. Порівняння результатів моделювання з реальними результатами (тестування на реальних даних), або з результатами, отриманими на апробованих моделях.
2. Перевірка моделі на наборах параметрів, для яких результат моделювання відомий раніше.
3. Верифікація моделі – аналіз степені відображення в моделі основних елементів та процесів, коректності зроблених припущень, прийнятих гіпотез, використаних апроксимацій.
4. Перевірка достовірності початкових даних, розмірності та масштабування параметрів в рівняннях моделі.
5. Перевірка коректності моделі при виродженні умов моделювання.
6. Аналіз наявності в моделі кількісного відображення діалектичних категорій і законів реального процесу, що моделюється.
7. Метод зворотного переходу – повернення від кінцевих функціональних співвідношень моделі до прийнятих гіпотез, особливостей процесу та розгляданню реального процесу. Якщо такий підхід можливий, то він зводить адекватність аналітичної моделі реальному процесу з точністю прийнятих гіпотез (знань про процес, об'єкт, систему).