



# Лекція 2. Методи наукових досліджень

План лекції

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

1. Сутність та елементи пізнання

2. Методи наукових досліджень

3. Метод моделювання

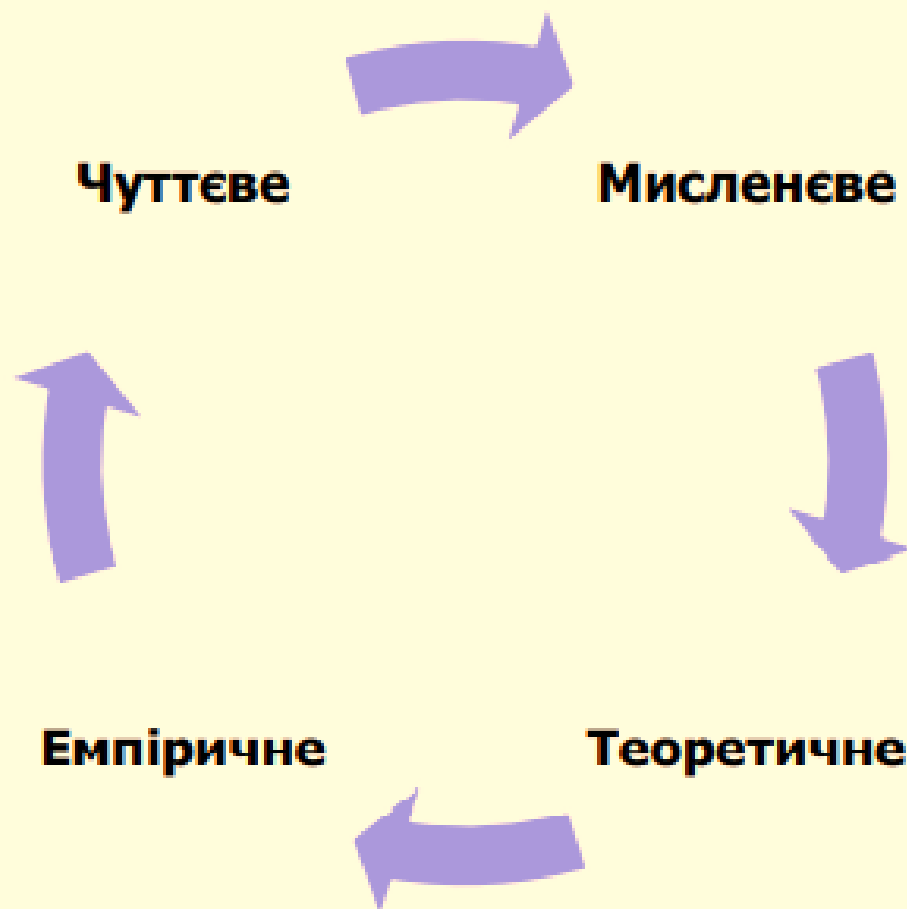
Річард Беллман



## 1. Сутність та елементи пізнання

**Пізнання** -

Вища форма відображення  
об'єктивної реальності (шлях від  
незнання до знання)



**Наукове пізнання** – це самотійна, цілеспрямована діяльність, якій характерні свої особливі мета та завдання, методи отримання і перевірки нових знань, воно складається із таких компонентів:

- 1) суб'єкта пізнання**, тобто особистості чи групи людей, що мають певний рівень знань, навичок, світоглядні і методологічні установки з приводу своєї діяльності;
- 2) об'єкта пізнання**, тобто фрагмента об'єктивного світу, на який спрямовані думка і дії суб'єкта пізнання;

3) 4) 5) 6) 7)

- 3) *предмета пізнання*, тобто конкретних аспектів пізнання, що детермінуються об'єктом пізнання і визначаються у певних логічних формах;
- 4) *особливих методів і засобів* пізнання;
- 5) *сформованих логічних форм* пізнання та *мовних засобів*;
- 6) *результатів пізнання*, що виражаються у законах, теоріях, наукових гіпотезах;
- 7) *мети пізнання*, спрямованої на досягнення істинного знання, здатного пояснити невідомі науці факти.

**Основні структурні елементи  
теорії пізнання**

**ІДЕЯ**

**ГІПОТЕЗА**

**ЗАКОН**

**ТЕОРІЯ**

**Ідея** (від грец.  $\acute{\iota}\delta\acute{\epsilon}\alpha$  — початок, основа, прообраз) — це форма наукового пізнання, яка не тільки відображає об'єкт, його зв'язки, закономірності, а й спрямована на перетворення дійсності. Вона також поєднує істинне знання про дійсність і суб'єктивну мету її перетворення. Ідея в науковому пізнанні виконує такі функції:

підсумовування досвіду попереднього знання;

синтезування знання у цілісну систему;

евристичного принципу для здобуття нових знань;

наукового пошуку нових шляхів і підходів до розв'язання проблем;

прогнозування належного майбутнього;

спрямування пізнавальної діяльності людини на практичне перетворення дійсності згідно зі змістом наявного знання про майбутнє.

Основні постулати ідей:

Ідея - це форма мислення, досвідчене походження ідей;

Ідея - це специфічна форма мислення, головна функція якої полягає в систематизації, синтезі знань (І. Кант);

Ідея - це вища форма вираження об'єктивної істини, її зв'язок з практикою і втіленням в дійсність (В. Гегель).

Гіпотетичний підхід ґрунтується на розробці гіпотези.

Гіпотеза – наукове припущення, висунуте для пояснення явищ (процесів) або причин, які зумовлюють даний наслідок, містить елементи новизни та оригінальності.

Вимоги до гіпотези:

- гіпотеза повинна пояснювати всі наявні факти і мати значення для всього кола явищ, до якого відноситься;
- має емпірично перевірятись, тобто поняття, які включені в гіпотезу повинні мати емпіричну інтерпретацію.

## Гіпотеза

*Гіпотеза є моделлю майбутнього наукового знання (можливого наукового знання).*

*Наукова гіпотеза виступає у подвійній ролі: або як припущення про ту чи іншу форму зв'язку між спостерігаємими явищами та процесами, або як припущення про зв'язок між спостерігаємими явищами, процесами та їхньою внутрішньою основою.*

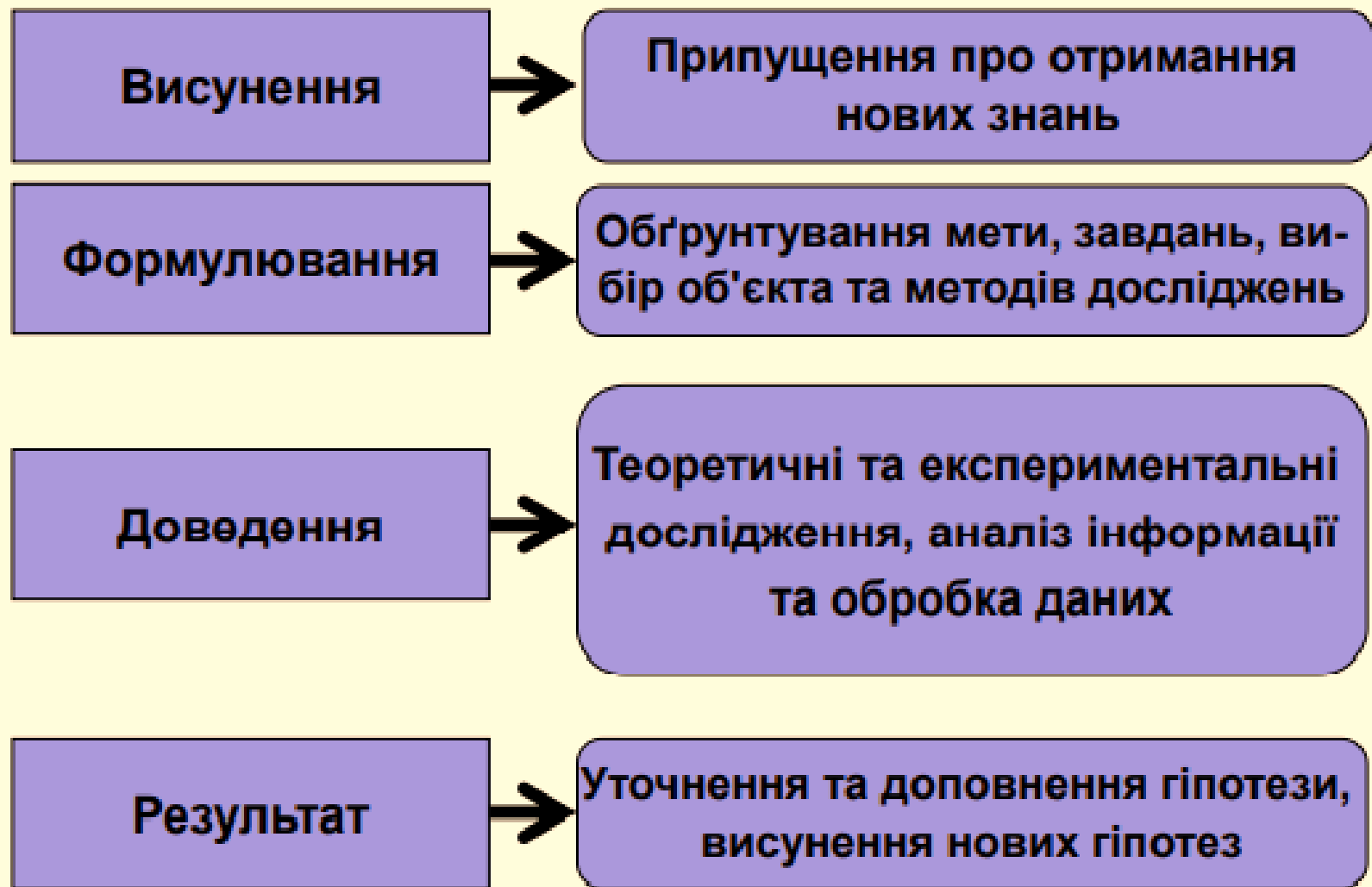
*Гіпотези перші називають описовими, другі – пояснювальними.*



Наукова теорія включає в себе гіпотезу як вихідний момент пошуку істини. Якщо гіпотеза узгоджується з науковими фактами, то в науці її називають *теорією* або *законом*.

Гіпотези мають ймовірнісний характер і проходять у своєму розвитку три стадії:

1. Накопичення фактичного матеріалу і висунення на його основі припущень.
2. Формулювання гіпотези і обґрунтування на основі припущення прийнятої теорії.
3. Перевірку отриманих результатів на практиці і на її основі уточнення гіпотези.



**Гіпотеза** – наукова ідея, що потребує подальшої перевірки.



**Теорія** – вчення, система ідей, поглядів, положень, тверджень, спрямованих на тлумачення того чи іншого явища.

Теорію розглядають як сукупність узагальнюючих положень, що утворюють науку або її розділ. Вона виступає як форма синтетичного знання, в межах якого окремі поняття, гіпотези і закони втрачають колишню автономність і перетворюються на елементи цілісної системи.

**вихідна теоретична основа теорії –**  
припущення, постулати,  
аксіоми, загальні закони, принципи теорії

**вихідна емпірична основа теорії –**  
факти, результати експериментів тощо

**СТРУКТУРА НАУКОВОЇ ТЕОРІЇ**

**сукупність виведених в теорії наслідків, теорем, тверджень, принципів, умов тощо з їх доведенням –**  
найбільша за об'ємом частина теорії, яка і виконує основні функції теоретичного знання, складаючи суть теорії та її основний зміст

**логіка теорії –**  
допустимі в рамках теорії правила логічного висновку та доведення

## 2. Методи наукових досліджень

**Метод** – це спосіб пізнання, дослідження явищ природи і суспільного життя; сукупність прийомів та операцій, направлених на теоретичне та практичне освоєння дійсності, підпорядкованих вивченню конкретного завдання.

**Метод** – система правил, вимог, які виступають у формі загальної орієнтації у вирішенні певної проблеми, отриманні певного результату.

**Основна функція методу** – внутрішня організація та регулювання процесу пізнання. У зв'язку з цим метод зводиться до методики – як сукупності певних визначених прийомів, правил, способів та норм пізнання і дій у їхній послідовності.

Методи наукового пізнання умовно можна підрозділити на такі рівні:

метатеоретичний: діалектичний метод та метод системного аналізу;

теоретичний: абстрагування, ідеалізація, формалізація, узагальнення та ін.;

емпірико-теоретичний: експеримент, аналіз і синтез, індукція і дедукція, моделювання, історичний, гіпотетичний тощо;

емпіричний: спостереження, порівняння, підрахунок, вимірювання та ін.

**МЕТОДИ-ОПЕРАЦІЇ:**  
аналіз, синтез, порівняння,  
абстрагування, конкретизація,  
узагальнення, формалізація,  
індукція, дедукція, ідеалізація,  
аналогія, моделювання, уявний  
експеримент

**МЕТОДИ-ДІЇ:**  
діалектика, наукові теорії в  
функції методу, доведення,  
дедуктивний (аксіоматичний)  
метод, індуктивно-дедуктивний  
метод, виявлення і розв'язання  
суперечок, постановка проблем,  
побудова гіпотез

ЕМПІРИЧНІ

МЕТОДИ  
НАУКОВОГО  
ДОСЛІДЖЕННЯ

ТЕОРЕТИЧНІ

**МЕТОДИ-ОПЕРАЦІЇ:**  
вивчення літератури, документів  
і результатів діяльності;  
спостереження; вимірювання;  
опитування (усне та письмове);  
експертні оцінки; тестування

**МЕТОДИ-ДІЇ:**  
методи відслідковування об'єкта:  
дослідження, моніторинг, вивчення  
та узагальнення досвіду;  
методи перетворення об'єкта:  
дослідна робота, експеримент;  
методи дослідження об'єкта в часі:  
ретроспектива, прогнозування



# ЗАГАЛЬНОНАУКОВІ МЕТОДИ

АНАЛІЗ

СИНТЕЗ

УЗАГАЛЬНЕННЯ

АБСТРАГУВАННЯ

ІНДУКЦІЯ

ДЕДУКЦІЯ

АНАЛОГІЯ

МОДЕЛЮВАННЯ

ІСТОРИЧНИЙ  
МЕТОД

ЛОГІЧНИЙ  
МЕТОД

КЛАСИФІКАЦІЯ

**Аналіз** (розкладання) – метод пізнання, який дозволяє розбирати предмети дослідження на складові частини.

Аналіз – метод дослідження, який включає вивчення предмета за допомогою мисленєвого або практичного розчленування його на складові елементи (частини об'єкта, його ознаки, властивості, відношення). Кожну із виділених частин аналізують окремо у межах єдиного цілого. У загальному значенні, це дає можливість виявити будову досліджуваного об'єкта, його структуру; представити складне явище через прості елементи, відокремити суттєве від несуттєвого, складне звести до простого. Однією з форм аналізу вважається **класифікація** предметів і явищ (поділ на класи, групи, типи тощо).

**Синтез** (поєднання, з'єднання, складання) – метод вивчення об'єкта у його цілісності, у єдиному і взаємному зв'язку його частин; процес з'єднання або об'єднання раніше розрізнених речей або понять у ціле.

На противагу аналізу, даний метод дає можливість з'єднувати окремі частини чи сторони об'єкта в єдине ціле. У процесі наукових досліджень синтез тісно пов'язаний з аналізом, оскільки дає змогу поєднати частини предмета, розібраного у процесі аналізу, встановити їх зв'язок і пізнати предмет як єдине ціле.

**Індукція** – форма наукового пізнання, логіка якого розгортається від *конкретного до загального*.

При індуктивному методі дослідження для одержання загальних знань про той чи інший клас предметів необхідно вивчити окремі складові цього класу та віднайти в них істотні ознаки, властиві цьому класу предметів.

**Дедукція** – метод логічного висновку від загального до часткового, тобто спочатку досліджують стан об'єкта в цілому, а потім його складових елементів.

**Формалізація** – це метод вивчення різних об'єктів, при якому основні закономірності явищ і процесів відображаються в знаковій формі, за допомогою формул або спеціальних символів. Формалізація забезпечує спільність підходів до вирішення різних завдань, дозволяє формувати моделі предметів і явищ, встановлювати закономірності між фактами, що вивчаються.

**Абстрагування** – це уявне відволікання від неіснуючих властивостей предметів, зв'язків і відношень між ними та виділення декількох сторін, які цікавлять дослідника. Абстракція представляє собою одну із форм пізнання, коли відбувається перехід від почуттєвого сприймання до уявного образу.

**Порівняння** – це процес зіставлення предметів або явищ дійсності з метою встановлення подібності чи відмінності між ними, а також знаходження загального, що може бути властиве двом чи декільком об'єктам дослідження.

**Моделювання** – непрямий, опосередкований метод наукового дослідження об'єктів пізнання, який ґрунтується на застосуванні моделі як засобу дослідження. Під **моделлю** розуміють систему, що заміщує об'єкт пізнання і представляє собою джерело інформації про неї.

### 3. Метод 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

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

Побудова моделі реальної системи

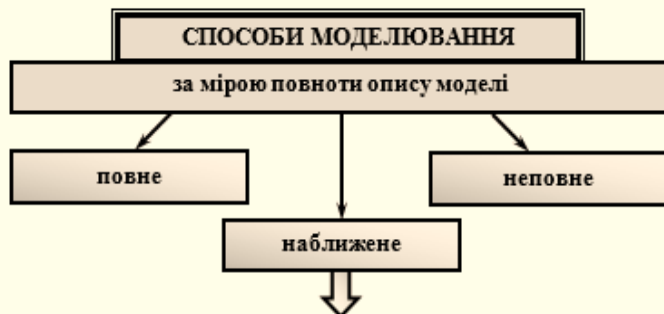


Дослідження властивостей та характеристик моделі



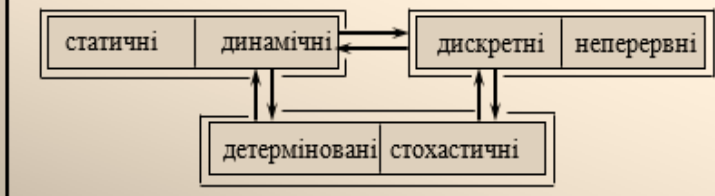
Перенесення отриманих відомостей (оцінок) на реальну систему





### Види моделей

Види моделей за характером процесів у системі, що досліджуються



Види моделей за формою подання об'єкта моделювання



Слово "модель" походить від латинського *modulus*, що позначає міру, такт, ритм, величину, а також зв'язане зі словом *modus* – копія, зразок.



Джерела цього терміну відносяться до праць з будівництва відомого римського інженера, архітектора і письменника Марка Вітрувія Полліона (I ст. до н. е.). Моделі являють собою певний умовний образ об'єкта дослідження. Модель повинна відображати ті характеристики об'єкта досліджень (склад, зв'язки, властивості), які суттєві для мети дослідження. Для різних цілей дослідження будуються різні моделі досліджуваного об'єкта.

# Технологія моделювання.

Спостереження  
(об'єкт – гіпотеза)

Абстрактне мислення  
(гіпотеза – модель)

Практика,  
дослідження моделі,  
використання моделі  
(модель – об'єкт)

- 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;

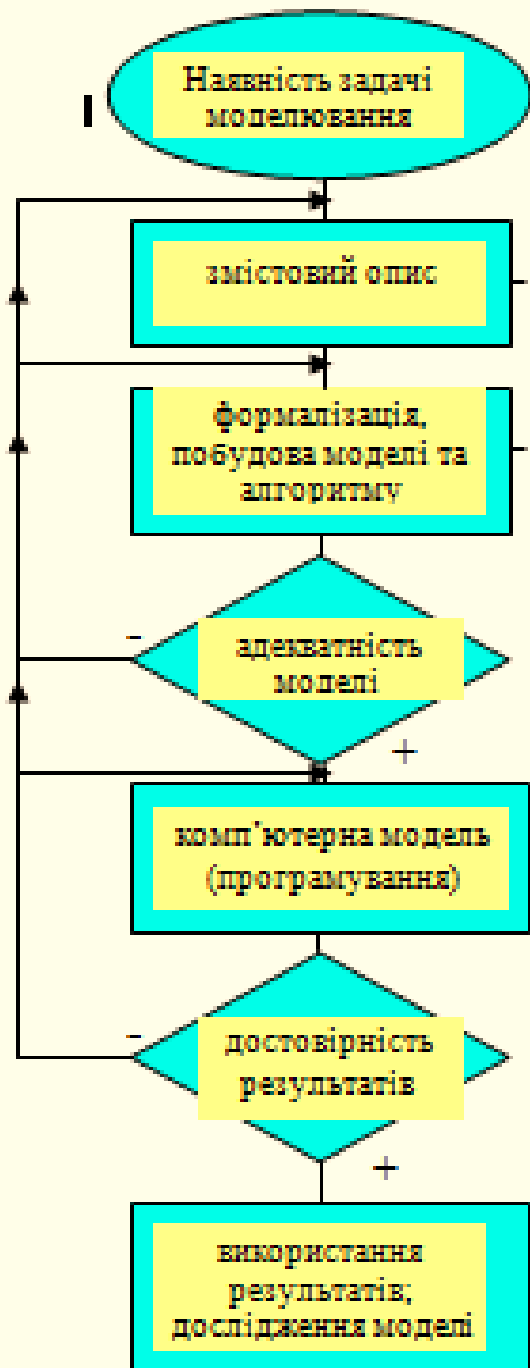
в) *принцип досягнення компромісу* між бажаною точністю результатів моделювання та складністю моделі.

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).