

Методологічні основи наукового пізнання

Зміст теми: 1. Загальні відомості про наукове пізнання. 2. Методи наукового пізнання. 3. Системний підхід і системний аналіз. 4. Моделі у науковому дослідженні.

1. Загальні відомості про наукове пізнання

Наукове пізнання - суспільно-історичний процес творчої діяльності людини, що формує її знання про навколишній світ і саму себе.

У філософії пізнання визначено як діалектичний процес взаємодії суб'єкта з об'єктом. Суб'єктом пізнання може бути окремий індивід, соціальна група, суспільство в цілому, які здійснюють пізнавальну діяльність. До об'єктів пізнання відносять конкретні речі, явища або процеси, на які безпосередньо спрямована пізнавальна діяльність суб'єкта. Отже, процес пізнання, з одного боку, має суб'єктивний характер, водночас він не може здійснюватися без об'єкта, який вивчається. Разом з тим, пізнання має об'єктивний характер, тому що у людській свідомості ідеальний образ виникає як відображення реальної дійсності.

Активність людської свідомості та пізнання зумовлена їх зв'язком з практичною діяльністю. Активність пізнавального суб'єкта зумовлена його практичним ставленням до дійсності - у процесі пізнання відбувається відображення у свідомості людей властивостей, якостей, сторін, зв'язків і відношень матеріального світу. Тому процес пізнання органічно пов'язаний з предметами матеріального світу, з їх рухом і розвитком, тому що тільки такий зв'язок дає можливість людині правильно зрозуміти навколишній світ. Отже пізнання і практика тісно взаємопов'язані і є органічним поєднанням двох сторін одного процесу, тому що пізнавальна діяльність неможлива без активної взаємодії між суб'єктом та об'єктом.

Проте не варто ототожнювати увесь процес пізнання з практикою, яка є лише його основою і виступає як цілеспрямована матеріальна діяльність людини, що перетворює дійсність, в той час як пізнання - це духовна діяльність, що спрямовує її. Пізнання створює предмети ідеально, а практика матеріалізує знання, здійснює перехід ідеального у матеріальне, суб'єктивного в об'єктивне.

Взаємозв'язок пізнання і практики різноманітний і зумовлюється такими факторами:

- у практичній діяльності народжуються пізнавальні стосунки, що є основою практики і забезпечують її розвиток;
- практика є основою кожного пізнавального акту, розкриття законів та закономірностей природи і суспільства;
- практика виступає рушійною силою пізнання, що дає необхідний фактичний матеріал, який підлягає узагальненню і теоретичній обробці;
- потреби, завдання, поставлені практикою, служать стимулом розвитку науки;
- практика є сферою застосування знань, і у тому розумінні вона - кінцева мета пізнання;
- суспільна практика (матеріальне виробництво, громадська діяльність, науковий експеримент) виступає єдиним критерієм істини. Практика перетворює в собі об'єктивний світ і природу, що їх перетворює людська діяльність.

Пізнання надзвичайно складне за своєю структурою. Воно виступає одночасно і як діалектично суперечливий процес відтворення в ідеальних образах, сформульованих мовою теорій і формул, сутності матеріального світу (в окремих аспектах і цілісно), і як вивчення шляхів і цілей самого процесу утворення знань.

Розвиток науки являє собою накопичення фактів і методів, з одного боку, та їх якісне перетворення в нову теорію, систему знань, з іншого боку.

Є всі підстави вважати пізнання процесом руху людської думки до об'єктивного знання, повного і всебічного розкриття сутності явища, що вивчається. Пізнання складається з чисельних аспектів взаємодії людського мислення й об'єктивно існуючої природи, головний серед яких - здатність мислення "копіювати", відображати об'єктивну дійсність. В основі всієї пізнавальної діяльності лежить відображення, воно пов'язує буття і свідомість.

Отже, **пізнання** - процес цілеспрямованого активного відображення світу в свідомості людей, зумовлений суспільно - історичною практикою людства. Пізнання є специфічною, вищою формою відображення. На відміну від нижчих форм відображення воно здатне виходити за межі наявного стану речей, тобто відображати не тільки сучасне, а й майбутнє, не лише дійсне, а й численні можливості - конкретні й абстрактні - для вибору тієї з них, що найбільше відповідає інтересам людини.

Пізнання як складний, багатоступінчастий процес посягання істини відбувається на різних рівнях: почуттєвому і раціональному, емпіричному і теоретичному.

Почуттєве пізнання забезпечує безпосередній зв'язок людини з навколишньою дійсністю, проникнення його у різноманіття явищ природи. *Раціональне* пізнання неначе доповнює і випереджує почуттєве, сприяє усвідомленню сутності процесів, розкриває закономірності розвитку і "повертає" нове знання до емпіричного рівня у вигляді можливості практичного перетворення і подальшого почуттєвого пізнання.

Емпіричним називають наукове знання, одержане на основі спостереження і експерименту. Результати такого знання фіксуються органами почуттів або приладами, що їх замінюють, і дають уявлення про властивості і відношення досліджуваних явищ. Викладене певною мовою понять, категорій, знакових систем, емпіричне знання стає основою для подальшого розвитку наукового знання.

Теоретичне знання відображає досліджуваний об'єкт на рівні його внутрішніх зв'язків, закономірностей становлення, розвитку та існування. На теоретичному рівні пізнання узагальнює емпіричні дані, визначає значимість і практичну цінність тих чи інших методів дослідження. Теоретичний рівень пізнання забезпечує перехід від конкретного або конкретно-почуттєвого дослідження (тобто, фактично від емпіричного рівня) до абстрактного, що дає можливість виявити і сформулювати суттєве, головне. Абстрагування стало на сучасному рівні розвитку науки одним з головних способів проникнення в сутність явищ навколишньої дійсності.

Між емпіричним і теоретичним рівнями пізнання відсутня чітка межа, діалектика їх взаємодії вказує на складний процес появи і вирішення нескінченних протиріч. У своєму прагненні повніше і глибше зрозуміти природу наука нагромаджує все нові й нові емпіричні дані, котрі рано чи пізно починають заперечувати старі уявлення. Навіть розглядаючи науку не в цілому, а тільки якусь її галузь, можна виявити протиріччя між існуючими емпіричними даними і відповідною теорією. Усунення таких протиріч вимагає нових наукових досліджень.

Науковому знанню властиві методологічна усвідомленість і системність, об'єктивність розгляду і його детермінованість, доказовість істинності всіх положень, спирання на факти, результати вірогідних, емпіричних досліджень. Критерієм істини в науці виступає суспільна практика в усіх її формах і компонентах (експеримент, виробнича і соціальна діяльність, внутрішній досвід пізнання тощо). Основною структурною одиницею наукового знання є теорія, яка систематизує експериментальний матеріал, організовує науковий пошук у нових галузях, дає опис, пояснення і передбачає факти, орієнтує практичну діяльність.

2. Методи наукового пізнання

Метод (від грецького *methodos* - шлях до чого-небудь) - у найбільш загальному випадку означає спосіб досягнення мети, певним чином впорядкована діяльність.

Науковий метод - це спосіб пізнання явищ дійсності, їх взаємозв'язку і розвитку, а також відтворення в мисленні досліджуваного предмету. Свідоме застосування науково обгрунтованих методів слід розглядати як найсуттєвішу умову одержання нових знань. Дослідник, який добре знає методи дослідження і можливості їх застосування, витрачає менше зусиль і працює успішніше, ніж той, хто у своєму дослідженні спирається лише на інтуїцію або діє за принципом "спроб і помилок". Звісно, що точні і правильні методи - не єдині компоненти, що забезпечують успішність наукового дослідження. Методи не можуть, наприклад, замінити творчу думку дослідника, його здібність аналізувати і помічати, робити висновки і передбачення. Але застосування правильних методів спрямовує хід думок дослідника, відкриває перед ним найкоротший шлях для досягнення мети і забезпечує таким чином можливість раціонально витрачати енергію і час науковця.

Методи дослідження і наука невіддільні одне від одного. Будь-яку науку утворюють як результати пізнання дійсності, так і методи пізнання досліджуваних об'єктів, тобто методи дослідження.

В основі всіх методів пізнання лежать об'єктивні закони дійсності. Тому метод тісно пов'язаний з теорією. А це означає, що кожний метод наукового пізнання слід розглядати як систему регулятивних принципів практичної і теоретичної діяльності людини.

Методів пізнання об'єктивної дійсності відомо дуже багато. Правильний вибір методів дослідження потребує знання їх класифікації.

З точки зору філософії методи пізнання на основі ступеня їх спільності поділяють на три категорії: **узагальнені**, **загальні** і **часткові** (спеціальні).

Узагальнений метод пізнання - матеріалістична діалектика. Об'єктивну основу діалектичного методу утворюють найбільш узагальнені закони розвитку матеріального світу. Матеріалістична діалектика виступає як знаряддя пізнання у всіх галузях науки і на всіх етапах наукового дослідження. Вона визначає позиції дослідника, стає основою інтерпретації об'єкта пізнання, суб'єкта пізнання, процесу пізнання та його результатів.

У процесі розвитку пізнання виникли **загальні методи дослідження**, які знаходять застосування у всіх галузях науки. Тому їх ще називають загальнонауковими. Характерною рисою цих методів є те, що вони спочатку зароджувались у межах тієї чи іншої окремої галузі науки, а згодом набували загального міжнаукового характеру.

До особливостей загальнонаукових методів відносяться:

- зв'язок з математичними і логічними методами;
- цілісність понятійного апарату (поняття, що вивчається поза системою, втрачає своє значення);
- взаємопроникнення ідей і понять;
- виконання деякими загальнонауковими методами ролі "проміжної" методології між філософією і фундаментальними теоретичними положеннями у тій галузі науки, у межах якої відбувається конкретне дослідження.

Виходячи з того, що кожне наукове дослідження може відбуватись на двох рівнях: **емпіричному** (коли здійснюється процес накопичення фактів) і **теоретичному** (на якому здійснюється узагальнення знань), то відповідно до цих рівнів, загальні методи пізнання умовно ділять на три групи:

- **методи емпіричного дослідження** (спостереження, порівняння, вимірювання, експеримент);
- **методи теоретичного дослідження** (ідеалізація, формалізація, логічні й історичні методи);
- **методи, що можуть бути застосовані на емпіричному і теоретичному рівнях** (абстрагування, аналіз і синтез, індукція й дедукція, моделювання).

Спостереження - це систематичне цілеспрямоване, спеціально організоване сприймання предметів і явищ об'єктивної дійсності, які виступають об'єктами дослідження. Як метод пізнання спостереження дає можливість одержувати первинну інформацію у вигляді сукупності емпіричних тверджень. Емпірична сукупність стає основою попередньої схематизації об'єктів реальності, роблячи їх вихідними об'єктами наукового дослідження.

В соціології і соціальній психології розрізняють просте (звичайне) спостереження, коли події фіксують збоку, і співчасне (включене) спостереження, коли дослідник адаптується в якомусь середовищі й аналізує події начебто "зсередини".

Для досягнення своєї мети спостереження повинно відповідати таким вимогам:

- **навмисності** (спостереження проводиться для вирішення певного, чітко визначеного завдання);
- **планованості** (відбувається за планом, складеним відповідно до мети спостереження);
- **цілеспрямованості** (спостереженню піддаються тільки ті сторони явища, які цікавлять дослідника);
- **активності** (дослідник активно вишукує потрібні об'єкти, риси явища);
- **систематичності** (спостереження проводиться безперервно або за визначеною системою).

Важливою умовою наукового спостереження повинна бути його об'єктивність, тобто можливість контролю шляхом або повторного спостереження, або застосуванням інших методів дослідження (наприклад, експерименту).

Щоб уникнути помилок, спостереження потребує активізації всіх психічних процесів особистості дослідника, особливо уваги й мислення.

Порівняння - це процес зіставлення предметів або явищ дійсності з метою встановлення схожості чи відмінності між ними, а також знаходження загального, що може бути властивим двом чи декільком об'єктам дослідження. Метод порівняння буде плідним, якщо при його застосуванні виконуються такі вимоги:

- **порівнюватись можуть тільки такі явища, між якими може існувати певна об'єктивна спільність;**
- **порівняння повинно здійснюватись за найбільш важливими, суттєвими (у плані конкретного завдання) ознаками.**

Порівняння завжди є важливою передумовою **узагальнення**.

Різні об'єкти чи явища можуть порівнюватись безпосередньо або опосередковано через їх порівняння з яким-небудь третім об'єктом (еталоном). У першому випадку звичайно одержують якісні результати (більше-менше, вище-нижче тощо). Порівняння об'єктів з еталоном дає можливість одержати кількісні характеристики. Таке порівняння називають **вимірюванням**.

За допомогою порівняння інформацію про об'єкт можна одержати двома шляхами:

безпосередній результат порівняння (первинна інформація);

результат опрацювання первинних даних (вторинна або похідна інформація).

Вимірювання - це пізнавальна процедура, пов'язана з визначенням числового значення деякої величини за допомогою одиниці вимірювання. Вимірювання ґрунтується на порівнянні однакових властивостей матеріальних об'єктів. Властивості, для яких при кількісному порівнянні застосовують фізичні методи, називають фізичними величинами. **Фізична величина** - це властивість, загальна у якісному відношенні для багатьох фізичних об'єктів, але у кількісному відношенні індивідуальна для кожного об'єкта, наприклад, довжина, маса, електропровідність тощо. Але запах або смак не можуть бути фізичними величинами, тому що вони встановлюються на основі суб'єктивних відчуттів.

Мірою для кількісного порівняння однакових властивостей об'єктів є **одиниця фізичної величини** - фізична величина, якій за визначенням присвоєно числове значення, що дорівнює 1. Одиницям фізичних величин присвоюють повні і скорочені символічні позначення - розмірності. Наприклад, маса - кілограм (кг), час - секунда (с), довжина - метр (м), сила - Ньютон (Н).

Значення фізичної величини, тобто оцінка фізичної величини у вигляді деякого числа прийнятих для неї одиниць, характеризує кількісну індивідуальність об'єктів. Наприклад, діаметр отвору - 5 мм, радіус Землі - 6378 км, швидкість бігуна - 8 м/с.

Вимірювання можливе за наявності таких елементів: об'єкта вимірювання, вимірювальних засобів, методу вимірювання.

Об'єкти вимірювання - це все те, що підлягає вимірюванню (розміри, маса, час, швидкість, тиск, температура, успішність і т.ін.).

Вимірювальний засіб - це те за допомогою чого здійснюють вимірювання (вимірювальний інструмент, прилад або вимірювальна система).

Вимірювальний засіб і прийоми його застосування у сукупності утворюють **метод вимірювання**.

Значення вимірюваної величини X , одержане при вимірюванні, визначається формулою

$$X = A \times U,$$

де A - числове значення (розмір) вимірюваної величини;

U - одиниця відповідної фізичної величини.

Похибки вимірювань спричиняють існування номінального і дійсного значень вимірюваних величин. **Номінальне** - це таке значення вимірюваної величини, яке ідеально відображає якісні і кількісні властивості досліджуваного об'єкта. **Дійсне** - це значення, знайдене експериментальним шляхом (тобто у процесі вимірювання).

Відхилення результату вимірювання від номінального значення вимірюваної величини називають **похибкою вимірювання**. Похибки вимірювання бувають абсолютні та відносні.

Абсолютна похибка $D_X = X_{\text{вим}} - X$, де X - номінальне значення вимірюваної величини.

Відносна похибка $d = D_X / X$.

Вимірювання бувають **статичними**, коли величина, що вимірюється, залишається незмінною, і **динамічними**, коли вимірювана величина змінюється (наприклад, вимірювання пульсуючих процесів).

Крім того, вимірювання ділять на прямі і опосередковані. При прямих вимірюваннях шукану величину встановлюють безпосередньо із досліду, при опосередкованих - функціонально від інших величин, що визначаються прямими

вимірюваннями: $b = f(a)$, де b - величина, знайдена за допомогою опосередкованих вимірювань; a - те ж саме, але за допомогою прямих вимірювань.

Наука про вимірювання, методи і засоби їх забезпечення називається метрологією. Вимірювання розвинулось з порівняння, але воно є більш універсальним і потужнішим пізнавальним засобом. Вимірювання забезпечує безпосередній зв'язок між експериментом і теорією, високу достовірність наукових досліджень.

Експеримент - це такий метод вивчення об'єкта, коли дослідник активно і цілеспрямовано впливає на нього шляхом створення штучних умов чи застосування звичайних умов, необхідних для виявлення відповідних властивостей. Сам термін "експеримент" (від латинського *experimentum* - спроба, досвід) означає науково поставлений дослід, спостереження досліджуваного явища у певних умовах, що дозволяють спостерігати за ним і багаторазово відтворювати його при повторенні цих умов. Експеримент - важливий елемент практики. Він первинний по відношенню до теорії, вважається основою теоретичного знання, критерієм його дійсності. Особливого значення набуває експеримент при вивченні екстремальних умов, які не можуть піддаватись теоретичному дослідженню. З розвитком науки і техніки сфера експерименту значно розширюється, охоплюючи все більшу сукупність об'єктів матеріального світу.

У методологічному відношенні експеримент передбачає перехід дослідника від пасивного до активного способу діяльності.

Експеримент проводять у таких випадках:

- при необхідності відшукати раніше невідомі властивості об'єкту дослідження;
- при перевірці правильності теоретичних побудов;
- при демонстрації явища.

Експеримент включає в себе: виділення об'єкту дослідження, створення необхідних умов (у тому числі й усунення всіх факторів, що можуть заважати), матеріальні впливи на об'єкт або умови, акти спостереження чи вимірювання із застосуванням відповідних засобів. Від такого експерименту слід відрізнити просте спостереження без активного впливу на досліджуваний об'єкт.

Переваги експериментального вивчення об'єкта порівняно із спостереженням полягають у наступному:

- під час експерименту стає можливим вивчати явище "у чистому вигляді", усунувши побічні фактори, які приховують основний процес;
- в експериментальних умовах можна досліджувати властивості об'єктів;
- повторюваність експерименту, тобто можливість проводити випробування стільки разів, скільки в цьому є необхідність.

В сучасних умовах особливою формою експерименту є дослідження складних процесів або систем (наприклад, технічних) за їх фізичними моделями. Воно доповнюється теоретичним моделюванням за допомогою електронно-обчислювальної техніки.

Абстрагування (від латинського терміну *abstrahere*, що означає відволікання) - це уявне відволікання від неіснуючих властивостей предметів, зв'язків і відношень між ними та виділення декількох сторін, які цікавлять дослідника. Абстракція являє собою одну із сторін, форм пізнання, коли відбувається перехід від почуттєвого сприймання до уявного образу. Іноді абстраговані властивості і відношення пов'язуються з відомими класами об'єктів ("метал", "натуральне число", "рослина"). У інших випадках вони уявляються ізольовано від тих предметів, з якими вони дійсно нерозривно пов'язані ("корисність", "краса", "моральність").

Абстракція виділяє із явища одну певну сторону у "чистому вигляді", тобто у такому вигляді, в якому вона дійсно не існує. Наприклад, не буває "явища" чи "закону"

взагалі, існують конкретні закони і явища. Але без уведення абстрактного поняття "явище" дослідник не здатний глибоко зрозуміти будь-яке конкретне явище.

Процес абстрагування проходить два етапи.

Перший етап: виділення найбільш важливого в явищах і встановлення незалежності або дещо слабкої залежності досліджуваних явищ від певних факторів (якщо об'єкт А не залежить безпосередньо від фактора Б, то можна відволіктися від останнього як несуттєвого).

Другий етап: реалізація можливостей абстрагування. Він полягає у тому, що один об'єкт замінюється іншим, більш простим, котрий виступає "моделлю" першого.

Абстрагування може застосовуватись до реальних і абстрактних об'єктів (таких, що вже раніше пройшли абстрагування). Багатоступінчасте абстрагування приводить до абстракцій зростаючого ступеня узагальнення.

Існують деякі види абстракції:

- *ототожнення* - утворення понять шляхом об'єднання предметів, пов'язаних відношеннями типу рівності в особливий клас (відволікання від деяких індивідуальних властивостей предметів);
- *ізолювання* - виділення властивостей і відношень, нерозривно пов'язаних з предметами, і позначення їх певними назвами, що надає абстракціям статус самостійних предметів - "надійність", "технологічність" (відмінність між двома першими абстракціями полягає у тому, що в першому випадку ізолюється комплекс властивостей об'єкта, а у другому - єдина його властивість);
- *конструктивізації* - відволікання від невизначеності меж реальних об'єктів (зупиняється безперервний рух і т.ін.);
- *актуальної нескінченності* - відволікання від незавершеності (і завершеності) процесу утворення нескінченної множини, від неможливості задати її повним переліком всіх елементів (така множина розглядається як існуюча);
- *потенційної здійсненності* - відволікання від реальних меж людських можливостей, зумовлених обмеженістю тривалості життя за часом та у просторі нескінченність виступає вже як потенційно здійсненна).

У процесі абстрагування доводиться відволікатись і від деяких суб'єктивних можливостей людини. Наприклад, неможливо "перерахувати" весь натуральний ряд чисел, але у відволіканні від такої можливості створюється абстракція актуальної (тобто "перерахованої", "закінченої") нескінченності.

Процес абстрагування є необхідною умовою утворення найрізноманітніших понять. Більше того, будь-яке пізнання взагалі пов'язане з абстрагуванням. Без них неможливе розкриття сутності досліджуваного об'єкта. Розчленування об'єкта і виділення у ньому сутнісних сторін, всебічний аналіз їх у "чистому" вигляді - все це результат абстрагуючої діяльності мислення.

Аналіз і синтез - у самому загальному значенні являють собою два взаємопов'язаних процеси уявного чи фактичного розкладання цілого на складові частини і об'єднання окремих частин у ціле. Аналіз і синтез - взаємозумовлені логічні методи наукового дослідження, що виникли на основі практичної діяльності людей, їх досвіду. Аналіз і синтез тісно пов'язані у будь-якому науковому дослідженні. Єдність аналізу і синтезу забезпечує об'єктивне, адекватне пізнання дійсності і разом з тим відображає єдність протилежностей у відношенні до взаємозв'язку одиничного (окремого) і загального. Загальне, яке для полегшення пізнання розчленюють аналізом на окремі складові, не існує поза одиничним, а воно у свою чергу не існує поза загальним. У цьому і полягає їх нерозривна єдність, хоч одиничне і загальне протилежні одне одному.

Аналіз (від грецького *analysis* - розкладання) - метод пізнання, який дозволяє розчленовувати предмети дослідження на складові частини (звичайні елементи об'єкта або його властивості і відношення).

Синтез (від грецького *synthesis* - об'єднання), на противагу аналізу, дає можливість з'єднувати окремі частини чи сторони об'єкта в єдине ціле.

Розчленування цілого на складові частини дає можливість виявити будову досліджуваного об'єкта, його структуру; розчленування складного явища на більш прості елементи дозволяє відокремити суттєве від несуттєвого, складне звести до простого. Однією з форм аналізу вважається класифікація предметів і явищ (поділ на класи, групи, типи і т.ін.). Аналіз процесу, що розвивається, дозволяє виділити у ньому різні етапи і суперечливі тенденції тощо. Мета будь-якого аналізу - пізнання частин як елементів складного цілого. Але аналіз приводить до виділення сутності, котра ще не пов'язана з певними формами її прояву: єдність, що продовжує залишатись абстрактною, ще не розкрита як єдність у різноманітності. На противагу цьому синтез об'єднує у єдине ціле частини, властивості, відношення, виділені на основі аналізу. Ідучи від тотожного, суттєвого до відмінностей і різноманітності, він поєднує загальне і одиничне, єдність і різноманітність у живе конкретне ціле. Причому, синтез - це не просте сумування, а смислове поєднання. Якщо просто об'єднати явища, між ними не виникає система зв'язків, а лише утворюється хаотичне накопичення окремих зв'язків.

Аналіз і синтез бувають:

- **прямий або емпіричний** (застосовуються для виділення окремих частин об'єкта, знаходження його властивостей, найпростіших вимірювань);
- **зворотний або елементарно-теоретичний** (базується на деяких теоретичних міркуваннях причинно-наслідкового зв'язку різних явищ або дії якої-небудь закономірності; при цьому виділяються і з'єднуються явища, які можна вважати суттєвими, а другорядними знехтувати);
- **структурно-генетичний** (вимагає виділення в складному явищі таких елементів, котрі чинять вирішальний вплив на всі інші сторони об'єкта).

Індукція і дедукція. Справжня наука можлива лише на основі абстрактного мислення, послідовних міркувань дослідника у вигляді суджень і висновків. У наукових судженнях встановлюються зв'язки між предметами чи явищами або між їх певними ознаками. Шлях до судження проходить через безпосереднє сприйняття предметів чи явищ, а також їх зв'язків. У наукових висновках одне судження змінюється іншим: на основі вже існуючих висновків робляться нові. Існує два основних види висновків: індуктивні (індукція) і дедуктивні (дедукція).

Індукція (від латинського *inductio* - наведення) являє собою умовивід від часткового до загального, від окремих фактів до узагальнень, коли на основі знань про частини предметів класу робиться висновок про клас в цілому. Як метод дослідження індукцію - це процес дослідного вивчення явищ, під час якого здійснюється перехід від окремих фактів до загальних положень, окремі факти неначе виводять до загального положення.

Звичайно виділяють три основних види індуктивних умовиводів:

- *повну індукцію;*
- *через просте перерахування (популярну індукцію);*
- *наукову індукцію.*

Два останніх види утворюють неповну індукцію.

Повна індукція являє собою вивід загального положення про клас в цілому на основі розгляду всіх його елементів: вона дає достовірний вивід, але сфера її застосування обмежена класами, число членів яких легко просліджується.

У випадку популярної індукції наявність якої-небудь ознаки у частини елементів класу стає основою для висновку про те, що і всі елементи даного класу мають цю ознаку. Популярна індукція має необмежене застосування, але її висновки утворюють лише імовірні положення, які потребують наступного доведення.

Наукова індукція також являє вивід від частини елементів даного класу до всього класу. Але тут основою для висновку стає розкриття у досліджуваних елементів класу суттєвих зв'язків, які необхідно зумовлюють належність даної ознаки всьому класу. Через це основне місце у науковій індукції займають прийоми розкриття суттєвих зв'язків, що у свою чергу потребує складного аналізу. Існує декілька способів встановлення таких зв'язків:

1. Спосіб єдиної подібності. Якщо два або більше випадків досліджуваного явища мають спільною лише одну обставину, а решта обставин відмінні, то ця єдина подібна обставина і є причиною явища, що розглядається.

2. Спосіб єдиної відмінності. Якщо випадок, в якому досліджуване явище настає, і випадок, в якому воно не настає, у всьому подібні і різняться тільки в одній обставині, то ця обставина, присутня тільки в одному випадку і відсутня в другому, є причиною досліджуваного явища.

3. Спільний спосіб подібності і відмінності - комбінація перших двох способів.

4. Спосіб супутніх змін. Якщо поява або зміна одного явища викликає певну зміну другого, то обидва ці явища знаходяться в причинному зв'язку один з одним.

5. Спосіб залишків. Якщо складне явище викликається складною причиною, яка складається із сукупності певних обставин, і відомо, що деякі з цих обставин є причиною частини явищ, то залишок цього явища викликається рештою обставин.

У реальному пізнанні індукція завжди виступає в єдності з дедукцією, це взаємозворотні методи пізнання.

Дедукція (від латинського *deductio* - виведення) - це такий умовивід, у якому висновок про деякий елемент множини робиться на основі знання про загальні властивості всієї множини. Дедуктивним у широкому розумінні вважається будь-який вивід взагалі, у більш специфічному і найбільш поширеному розумінні - доведення або виведення твердження (наслідку) з одного або декількох інших тверджень (посилань) на основі законів логіки, що мають достовірний характер. У випадку дедуктивного висновку наслідок міститься у посиланнях приховано, тому вони повинні бути одержані з них на основі застосування методів логічного аналізу.

Змістом дедукції як методу пізнання є застосування загальних наукових положень при дослідженні конкретних явищ. Важливою передумовою дедукції у практиці пізнання є зведення конкретних задач до загальних і перехід від розв'язання задачі у загальному вигляді до окремих її варіантів.

Індуктивні умовиводи дають лише вірогідні знання, тому що вони ґрунтуються на емпіричних спостереженнях кінцевого числа об'єктів. Дедуктивні умовиводи приводять до нового, достовірного знання, тому що їх вихідні посилання дійсні.

Моделювання - непрямий, опосередкований метод наукового дослідження об'єктів пізнання (безпосереднє вивчення яких не можливе, ускладнене чи недоцільне), який ґрунтується на застосуванні моделі як засобу дослідження. Під моделлю розуміють систему, що заміщує об'єкт пізнання і являє собою джерело інформації про неї.

У сучасних дослідженнях поняття моделі набуло загальнонаукового характеру. Моделюються біологічні процеси, хімічні реакції, живі організми, суспільні системи, економічні регіональні зв'язки, соціальні структури, технологічні процеси, інженерні конструкції, екологічні ситуації і т.ін. При цьому моделі можуть бути матеріальними,

ідеальними, знаковими і мати форму просторового аналогу, образу, математичного чи особливим чином побудованого словесного опису.

Метод моделювання передбачає постановку мети, вибір або створення моделі, дослідження на моделі об'єкта пізнання, перенесення знань з моделі на оригінал завдяки суттєвій подібності і несуттєвій відмінності між ними.

Ідеалізація (від французького *idealisation*) - мислительний акт, пов'язаний з утворенням понять про об'єкти, принципово не здійсненні у досліді і дійсності. Ідеалізовані об'єкти вважаються граничними випадками тих або інших реальних об'єктів і обираються як засіб їх наукового аналізу, як основа для побудови теорії цих реальних об'єктів. Таким чином вони у кінцевому результаті виступають як відображення об'єктивних предметів, процесів і явищ. Прикладами ідеалізованих об'єктів можуть бути поняття: "точка", "пряма лінія", "абсолютно тверде тіло", "абсолютно чорне тіло", "ідеальний газ", "ідеальний розчин" тощо.

Мета ідеалізації як методу пізнання - позбавити реальні об'єкти деяких притаманних їм властивостей і надати їм (уявно) певних нереальних і гіпотетичних властивостей. Досягнення такої мети здійснюється:

- багатоступінчастим абстрагуванням (наприклад, абстрагування від товщини приводить до поняття "товщини");
- уявним переходом до граничного випадку у розвитку якої-небудь властивості (як це має місце з уявою "абсолютно твердого тіла");
- простим абстрагуванням (наприклад, нестискуваність рідини).

Будь-яка ідеалізація правомірна лише у певних межах.

Формалізація (від латинського *formatis* - що означає складений за формою) - метод пізнання різноманітних об'єктів шляхом відображення їх структури у знаковій формі за допомогою штучних мов (наприклад, мовами математики, хімії, програмування). У процесі формалізації всі змістові терміни замінюють символами, а змістові твердження - відповідними їм послідовностями символів або формулами. Здійснюється формалізація шляхом виявлення й перебудови структури теорії, внаслідок чого теорія набуває вигляду ланцюга формул, де кожна наступна логічно випливає з однієї або кількох попередніх.

Завдяки своїй специфічності, формалізація забезпечує узагальненість підходу до розв'язання пізнавальних проблем. Крім того, символіка штучної мови надає стислості і чіткості фіксації значень формалізованих об'єктів пізнання, надає однозначності розуміння їх структури (на відміну від двозначності при застосуванні звичайної мови).

Формалізація, як правило, пов'язана із застосуванням математичного апарату. Як метод формалізація зводить дослідження реальних змістових сторін об'єктів, властивостей і відношень до формального дослідження відповідних їм знаків (абстрактних об'єктів); широко застосовується при математичному моделюванні у багатьох галузях науки.

Серед великої різноманітності загальнонаукових методів окремо виділяють *історичний* і *логічний* методи дослідження, які дозволяють подумки відтворити досліджуваний об'єкт у всій його об'єктивній конкретності, уявити і зрозуміти його в розвитку. За допомогою логічного методу дослідник на основі опрацювання, критичного аналізу і формулювання своїх пропозицій розвиває існуючі теоретичні уявлення або висуває нові теоретичні припущення. Історичний метод надає можливість для всебічного дослідження явищ і подій у хронологічній послідовності, щоб відкрити їх внутрішні зв'язки та закономірності розвитку.

Загальнонауковий статус мають математичні (тобто методи кількісного вивчення процесів і явищ) і, зокрема, статистичні, а також системно-структурні,

кібернетичні, теоретико-інформаційні методи досліджень. Математичні методи набувають значного поширення - це зумовлено стрімким розвитком кібернетики, обчислювальної математики і комп'ютерної техніки. Наука досягла такого розквіту, коли якісні методи дослідження починають все більше і більше замінюватись кількісним вивченням явищ і процесів.

Часткові (спеціальні) методи мають застосування тільки у одній певній науці або застосовуються тільки при дослідженні деяких конкретних явищ. Тому їх узагальнено і називають назвами відповідних наук: психологічні методи, педагогічні методи, соціологічні методи тощо.

У практиці проведення наукових досліджень кожний науковий метод (як загальний, так і частковий) знаходить застосування не відокремлено від інших методів. Успішність наукової роботи у значній мірі залежить від умілого поєднання методів дослідження, від ефективного доповнення одного методу іншим.

3. Системний підхід і системний аналіз

Об'єкти пізнання, які досліджуються сучасною наукою, переважно являють собою складні цілісні системи різного походження і різного ступеня складності. Тому і досліджують такі об'єкти за допомогою специфічних засобів - системного підходу і системного аналізу. Розкрити їх сутність неможливо без уявлення про те, що являє собою система.

Поняття про систему є категорією філософською. Сучасна філософія вкладає у це поняття дуже широкий зміст. З точки зору філософії **система** (від грецького **systema** - складене з частин, поєднання) - *множина елементів, які знаходяться у відношеннях і зв'язках між собою, завдяки чому утворюється певна цілісність, єдність*. Термін "система" використовується людством з давніх часів і охоплює значний перелік об'єктів різного походження: сонячна система, система числення, виробнича система тощо.

Розвиток поняття про систему має тривалу історію. Перші уявлення про систему виникли в античній філософії, яка висунула тлумачення системи як упорядкованості і цілісності буття. В давньогрецькій філософії і науці (Евклід, Платон, Арістотель) розглядалася ідея системності знання. В XVII-XVIII століттях ідеї системності світу знаходили відображення в працях Б.Спінози та Г.Лейбніца. Принципи системної природи знання розроблювались у німецькій класичній філософії І.Кантом й Г.Гегелем. Пізніше поняття про систему почали застосовувати в математиці, механіці тощо. Поступово воно увійшло в найрізноманітніші галузі науки (в першу чергу суспільні й гуманітарні), в техніку, кібернетику і т.ін. Знайшло застосування поняття про систему і в педагогічній науці: дидактична система, система навчання, система виховання, система трудового навчання, система методів навчання, система завдань тощо.

Зазнавши тривалої історичної еволюції, поняття про систему з середини XX століття стає одним з провідних філософсько-методологічних і спеціально-наукових понять.

У найбільш загальному випадку під системою розуміють упорядковану сукупність якісно визначених елементів, між якими існує закономірний зв'язок чи взаємодія, і яка спрямована на досягнення певної мети. Це означає, що **поняття про систему ґрунтується на трьох положеннях:**

- *система утворюється сукупністю (множиною) елементів, що мають зв'язки між собою;*
- *ця сукупність утворює єдине ціле, тобто видалення одного з елементів сукупності порушить властивість цілісності;*

- *утворене сукупністю елементів єдине ціле має певну мету або призначення, властиве для всієї сукупності елементів, а не для якоїсь комбінації з них.*

Елемент системи являє собою таку її частину, яка не підлягає подальшому поділу, щоб виконувати властиві для неї функції. Так, елементами системи "автомобіль", якщо розглядати його як множину агрегатів, будуть двигун, коробка передач, система зчеплення, задній міст тощо. Звісно, що кожний з цих елементів автомобіля можна розібрати на дрібніші складові частини, але вони вже не будуть забезпечувати відповідних функцій кожного із вказаних агрегатів. Отже, можна вважати, що на певних етапах дослідження елементи системи можуть розглядатись як безструктурні.

Між елементами системи існують відповідні зв'язки. Вони можуть бути двох видів: першого і другого порядку. *Зв'язки першого порядку* є необхідними для здійснення процесів, які відбуваються в системі. *Зв'язки другого порядку* називають додатковими - вони покращують функціонування системи. Так, система дорожнього руху складається з таких елементів: дорога, автомобіль, водій, дорожні знаки. Зв'язки дорога - автомобіль, автомобіль - водій, водій - дорога слід вважати зв'язками першого порядку, тому що при відсутності хоча б одного з них не виконується функція системи. У той же час зв'язок водій - дорожні знаки є додатковим, тому що він спрямований на упорядкування дорожнього руху, тобто на покращання функціонування всієї системи.

Будь-яка система існує (функціонує) у середовищі, що її оточує. В реальній дійсності немає абсолютно ізольованих або відокремлених систем. Середовище завжди впливає на внутрішній стан системи. Цей вплив відбувається за допомогою деяких факторів.

Вплив факторів зовнішнього середовища на систему характеризують *вхідними* (екзогенними) величинами, а елементи системи, на які відбувається вплив, називають *входами* системи. У свою чергу система не може бути нейтральною до зовнішнього середовища. Її вплив на зовнішнє середовище характеризується значенням вихідних (ендогенних) величин. Наприклад, будь-який виробничий процес можна розглядати як економічну систему, елементами якої є люди, техніка, технології, інформація тощо. Вхідними величинами такої системи є енергія, сировина і матеріали, попит на продукцію і т.ін., вихідними величинами - готова продукція, різні послуги.

Всі існуючі системи підпорядковуються певним принципам, до яких відносяться:

1. Принцип цілісності, полягає у тому, що не можна звести властивості системи до суми властивостей її складових елементів, а з властивостей останніх не впливають властивості системи. Властивості і відношення кожного елемента системи залежать від його місця і функцій в системі.

2. Принцип структурності, означає, що будь-яку систему можна охарактеризувати на основі існуючих зв'язків і відношень між її елементами, тобто на основі її структури. Поведінка системи обумовлюється поведінкою її окремих елементів і властивостями її структури.

3. Принцип взаємозалежності системи і середовища, полягає у тому, що система формує і проявляє свої властивості в процесі її взаємодії із середовищем, в якому функціонує дана система і у взаємовідносинах з котрим система відображає свою цілісність.

4. Принцип ієрархічності, полягає у тому, що будь-яка система може бути елементом системи більш високого порядку, у той час як її елементи можуть бути системами більш низького порядку.

5. Принцип множинності опису системи, означає, що через принципову складність кожної системи її адекватне пізнання вимагає побудови значної кількості різних моделей, кожна з яких описує чи відображає лише певний аспект системи.

Існують найрізноманітніші системи. Тому їх певним чином класифікують.

Узагальнено розрізняють системи *цілісні* та *сумативні*. Цілісним системам властиві нові інтегративні якості, які відсутні у тих частин чи компонентів, що їх утворюють. В сумативних системах при введенні чи виключенні з них компонентів ні з самою системою, ні з її компонентами не відбувається яких-небудь помітних якісних змін. Головна властивість сумативної системи - адитивність (властивості системи дорівнюють сумі властивостей її компонентів). Слід мати на увазі, що абсолютного розходження між цілісними і сумативними системами не існує.

Залежно від походження та характеру системи бувають *матеріальні* та *абстрактні*. Матеріальні системи в свою чергу діляться на системи неорганічної природи (фізичні, геологічні, хімічні та інші) і живі системи (клітини, біологічні види, екологічні системи тощо). Абстрактні системи є продуктом людського мислення. До них відносяться поняття, гіпотези, теорії, логічні та лінгвістичні побудови тощо.

Особливим класом матеріальних живих систем є *соціальні системи*: соціально-економічна формація, держава, виробничий колектив, сім'я.

За ознакою походження системи діляться на *природні* і *створені людиною* (штучні). Клімат, ґрунти, ліси, моря є природними системами. У той же час міста, підприємства, транспорт і таке інше є системами, створеними людиною. Серед систем, створених людиною, особливо виділяють людино-машинні системи, у рамках яких найбільш доцільно поєднуються можливості людини і машини.

За ознакою стану системи бувають *статичні* і *динамічні*. Для статичної системи її стан із зміною часу залишається постійним. Динамічна система змінює свій стан за часом.

За характером взаємовідношення системи і середовища системи діляться на закриті і відкриті. *Закриті* (замкнуті) *системи* характеризуються тим, що до них не надходить і з них не виділяється речовина або інформація, а відбувається лише обмін енергією між системою і середовищем. *Відкриті* (незамкнуті) *системи* характеризуються тим, що у них постійно відбувається введення і виведення не тільки енергії чи інформації, але і речовини.

Вивчення будь-якої системи пов'язується із з'ясуванням найважливіших її характеристик - *функцій*, *мети* (призначення) і *структури*.

Визначення функції системи потрібне для того, щоб усвідомити важливість цієї системи, визначити її місце, тобто оцінити відношення до інших систем. Під *функцією* системи звичайно розуміють ті дії системи, котрі знаходять прояв у зміні її можливих станів. Система може просто існувати, бути середовищем, у якому перебувають інші системи, забезпечувати систему більш високого порядку.

Виконання системою своїх функцій прийнято називати *функціонуванням* системи. Функціонування системи можна розглядати як еволюційний перехід її з одного стану до інших можливих станів. Множина всіх можливих станів системи визначається кількістю її елементів, їх властивостями і різноманітністю зв'язків між ними. Тому функція системи характеризує її як єдине ціле, як результат взаємодії її елементів між собою і з вхідними параметрами.

Метою (призначенням) системи називається певне, "бажане" (заданий ззовні або встановлений самою системою) стан її виходів, тобто деяке значення або підмножина значень функцій системи.

Кожна система має свою структуру. Вона визначається розміщенням і взаємозв'язками елементів системи при виконанні нею своїх функцій. Отже, **структура системи** - це сукупність елементів і зв'язків між ними. Зазвичай вона залежить від величини і складності системи. **Величина системи** характеризується кількістю її елементів і зв'язків між ними, а **складність** - різноманітністю,

неоднорідністю властивостей елементів і різною якістю зв'язків (прямі, зворотні, нейтральні). Таким чином, структура великих і складних систем відрізняється від звичайних систем не тільки кількістю елементів, але й більш високим рівнем їх організації, більш глибокими взаємозв'язками цих елементів.

Одна і та ж система може розглядатись у різних аспектах і відображатись у різних структурних схемах. Так, якщо ми хочемо вивчити взаємодію різних підрозділів, наприклад, підприємства, то його структуру можна уявити як сукупність виробничих і невиробничих підрозділів (цехів, відділів, служб тощо) та зв'язків між ними. У той же час структуру цього підприємства можна подати як сукупність різного виробничого обладнання, пов'язаного між собою спільним технологічним процесом.

Великим і складним системам притаманні властивості цілісності та емерджентності.

Цілісність системи означає, що всі її частини сприяють досягненню спільної мети і формуванню найкращих результатів відповідно до певного критерію (сукупності критеріїв) ефективності. Отже система повинна розглядатись тільки як щось єдине ціле.

Емерджентність (від англійського *emergence* - поява нового) знаходить прояв у тому, що великі і складні системи мають властивості, не притаманні ні одному з формуючих цю систему елементів. З розвитком великої і складної системи взаємозв'язок елементів підсилюється, і на певному етапі емерджентність досягає такого рівня, при якому цілісні характеристики системи можна спостерігати за властивостями окремих елементів.

Системний підхід - спосіб теоретичного і практичного дослідження, при якому кожний об'єкт розглядається як система. Він являє собою сукупність методологічних принципів і положень, які дають можливість розглядати систему як єдине ціле з узгодженням функціонування всіх її елементів. На основі системного підходу передбачається вивчення кожного елемента системи у його зв'язку і взаємодії з іншими елементами, що дає можливість спостерігати зміни в системі внаслідок змін окремих її ланок. Тобто при системному підході дослідник може вивчати у структурі системи не окремі її елементи, що утворюють цілісність цієї системи, а взаємовідносини і зв'язки різних елементів системи в цілому. Системний підхід є конкретизацією вимоги діалектики про розгляд кожного предмета у його взаємовідношеннях і взаємозв'язках з іншими предметами.

Системний підхід можна розглядати як певний етап у розвитку методів пізнання. Найбільш широке застосування системний підхід знаходить при дослідженні складних об'єктів, які постійно розвиваються - багаторівневих, ієрархічних, систем що самоорганізуються: біологічних, психологічних, соціальних, систем типу "людина-машина" тощо.

В системному дослідженні об'єкт, що піддається аналізу, розглядається як певна множина елементів, взаємозв'язок між якими зумовлює цілісні властивості цієї множини. Властивості об'єкта як цілісної системи визначаються не тільки і не стільки сумуванням властивостей його окремих елементів, скільки властивостями його структури, особливими системотвірними, інтегративними зв'язками об'єкта, що розглядається.

Важливою особливістю системного підходу є те, що не тільки об'єкт, але й сам процес дослідження виступає як складна система, завдання якої, зокрема, полягає в поєднанні в єдине ціле різних моделей об'єкта. Системні об'єкти, нарешті, як правило, не байдужі до процесу їх дослідження і в багатьох випадках можуть суттєво впливати на нього.

Застосування системного підходу передбачає дотримання певної послідовності в організації дослідження. Вона передбачає такі кроки:

- визначення об'єкта дослідження;
- визначення мети і завдань дослідження;
- визначення критеріїв вивчення досліджуваного об'єкта;
- виділення суттєвих елементів досліджуваного об'єкта;
- визначення структури системи;
- визначення та класифікація зовнішніх зв'язків між елементами досліджуваного об'єкта;
- вивчення кожного із знайдених складових елементів об'єкта;
- визначення принципів взаємодії системи з середовищем її функціонування на основі аналізу сукупності зовнішніх зв'язків;
- виявлення закономірностей зміни і розвитку елементів досліджуваного об'єкта;
- виділення основних причинно-наслідкових зв'язків між елементами (так званих системотвірних зв'язків), які забезпечують впорядкованість системи;
- виявлення кінцевої структури і організації системи, на основі чого складається її модель;
- аналіз основних принципів поведінки системи;
- вивчення процесу управління системою.

Системний підхід дає можливість значно розширити рівень наукового пізнання, тому що на його основі стає можливим досягнути найширшого синтезу наукових знань, створення цілісного уявлення про досліджувані об'єкти.

Системний аналіз - це сукупність методів і засобів, що використовуються при дослідженні складних і понадскладних об'єктів (ними можуть бути соціальні, економічні, технічні і людино-машинні системи). Застосовують системний аналіз головним чином для дослідження штучних (тобто створених за участю людини) систем, причому в таких системах важлива роль належить діяльності людини. Теоретичну і методологічну основу системного аналізу утворюють системний підхід і загальна теорія систем. Тому **системний аналіз** слід розглядати як реалізацію системного підходу у дослідженнях різноманітних наукових проблем.

Слід зазначити, що єдине однозначне визначення системного аналізу поки що відсутнє. І тому різні дослідники трактують це поняття стосовно до тих проблем, котрі вони досліджують з позицій системного підходу. Остаточного не визначено також і методик проведення системного аналізу, яка б встановлювала його основні етапи, специфіку застосування спеціальних методів і процедур для реалізації цих етапів.

Згідно з принципами системного аналізу досліджуваний об'єкт повинен розглядатись як дещо ціле, як система у взаємодії всіх її компонентів. Відповідальним етапом системного аналізу є побудова узагальненої моделі, яка відображає взаємозв'язки реальної ситуації, що виникли у об'єкті, що підлягає дослідженню.

У зв'язку із значною чисельністю компонентів (елементів, підсистем, блоків, зв'язків і відношень) складних систем, системний аналіз ґрунтується на застосовуванні сучасної потужної комп'ютерної техніки, здатної створювати узагальнені моделі досліджуваних систем, оперативно та всебічно аналізувати стан і зв'язки між їх компонентами, інтерпретувати одержані результати. Важливою особливістю системного аналізу є єдність формалізованих і неформалізованих засобів і методів досліджень, які застосовуються у ньому.

Системний аналіз виник у 60-х роках ХХ століття як результат розвитку дослідження операцій і системотехніки. Термін "системний аналіз" іноді застосовують

як синонім системного підходу. Але робити це неправомірно. *Поняття системного аналізу значно ширше поняття системного підходу, тому що системний підхід виступає як засіб системного аналізу.*

Завжди слід пам'ятати, що будь-яке системне уявлення про досліджуваний об'єкт завжди є відносним: зміна мети і способу дослідження можуть зумовити й інший поділ цього об'єкта на конкретні одиниці аналізу, що будуть виступати як структурні елементи системи.

4. Моделі у науковому дослідженні

Будь-який досліджуваний процес або явище залежить від багатьох діючих на нього факторів. Первинними у пізнанні сутності переважної більшості досліджуваних процесів і явищ виступають спостереження, вимірювання тощо. Кожне спостереження чи вимірювання може зафіксувати тільки якісь окремі фактори. Щоб найбільш повно пізнати процес чи явище, потрібно одержати величезну кількість дослідних результатів. Виділити головне у таких результатах на основі їх систематизації та узагальнення часто буває зовсім непросто. Тому чисельну і різноманітну інформацію намагаються "згустити", "стиснути" у деяке абстрактне поняття - **модель**. Вивчення досліджуваних об'єктів за допомогою моделей називають моделюванням.

Моделювання - це теоретичне чи практичне дослідження об'єкта, в якому безпосередньо вивчається не сам об'єкт пізнання, а допоміжна штучна або природна система, яка знаходиться в деякому об'єктивному відношенні із об'єктом пізнання, здатна його замінити в певному відношенні і яка дає при його дослідженні в кінцевому рахунку інформацію про сам модельований об'єкт. Моделювання ґрунтується на методах *теорії подібності*. Подібними називаються явища, у яких всі процеси (*повна подібність*) або найбільш суттєві при даному дослідженні (*неповна або локальна подібність*) у будь-який момент часу і у будь-якій точці простору відрізняються від відповідних параметрів іншого явища у певне (постійне) число раз, що називають *масштабом*.

Ознаками подібності й умовами встановлення її при реалізації моделювання обирають чисельно однакові критерії подібності.

Подібність явищ може бути фізичною і математичною. У фізично подібних явищах всі процеси (основні для даного дослідження) мають однакове фізичне походження, у математично подібних явищах процеси мають різне фізичне походження, але описуються однаковими рівняннями. Можливості встановлення подібності при математичному моделюванні виявляють за допомогою теорії подібності, яка ґрунтується на аналізі відповідних рівнянь.

Під моделями у буквальному значенні розуміють штучні системи у вигляді установок, приладів, комбінації окремих елементів чи сум логічних уявлень, що відтворюють явища або їх групу, і які подібні до тих, що вивчаються. Модель знаходиться у певній відповідності до досліджуваного об'єкта, може замінити його при дослідженні і дає можливість отримати інформацію про цей об'єкт. Найістотніша функція моделі - заміщення об'єкта вивчення і виконання нею ролі засобу, інструменту пізнання, який можна застосовувати як до вивчення самого оригіналу, так і до подібних йому. Моделі ділять на такі основні групи:

- *математичні* - призначені для дослідження явищ на установках, які дозволяють реалізувати математичну подібність;
- *геометричні* (іноді їх називають макетами) - дають тільки геометричну подібність без відображення суті явищ, які відбуваються;
- *фізичні* - для дослідження явищ на установках, які зберігають подібність основних фізичних процесів досліджуваного явища.

Найбільш поширені у наукових дослідженнях фізичні та математичні моделі.

Фізичне моделювання дає можливість замінити у процесі дослідження складні об'єкти і процеси більш простими і досліджувати на основі цього замість реальних об'єктів і процесів їх прості замінники. При цьому вони дають можливість наочно спостерігати за багатьма реальними процесами чи явищами. За допомогою фізичних моделей стає можливим вивчати вплив окремих параметрів на досліджувані об'єкти.

Математичні моделі дозволяють кількісно досліджувати процеси і явища, які важко піддаються вивченню на фізичних моделях. Математичним моделюванням можна передбачити властивості або поведінку досліджуваного об'єкта чи процесу ще до їх створення. При математичному моделюванні виникають похибки трьох видів:

- первинна похибка - через розходження між дійсним значенням фізичної величини в природі та її розрахунковим значенням, прийнятим для здійснення на моделі;
- вторинна похибка - через неточність відтворення на моделі модельованих величин (розрахункових значень) і похибки вимірювання;
- принципова похибка - через неповне врахування у моделі факторів, що впливають на досліджувані процеси (наприклад, зумовлених наближеним моделюванням замість точного).

У теоретичних дослідженнях застосовують моделі -аналоги (або ще моделі-подоби). Виходячи з подібності об'єктів, процесів чи явищ, вивчають експериментально теоретичним шляхом поведінку моделі, а потім за допомогою відповідного математичного апарату визначають справжні закономірності. Проілюструвати сутність таких моделей можна на досить простому прикладі. Навіщо теоретично визначати або безпосередньо вимірювати висоту H телевізійної вежі. Для цього достатньо скористатись найпростішою моделлю - трикутником, і за допомогою теореми про подібність трикутників шляхом вимірювання відстані z до вежі визначити її висоту за формулою

$$H = h \times KP,$$

де KP - критерій подібності, який дорівнює $KP = z : l$ (l - у даному разі це сторона трикутника).

Звісно, що при дослідженні складних об'єктів і процесів критерії подібності набагато складніші.

Значно розширюються можливості моделювання за допомогою електронно-обчислювальної техніки, особливо у тих випадках, коли недоцільно або неможливо відтворити на реальних моделях (наприклад, моделювання аварійних режимів і ситуацій). Виготовляти натурні моделі (геометричні і фізичні) навіть для проведення досліджень навіть у звичайних умовах пов'язане із значними витратами коштів і часу. За допомогою сучасної комп'ютерної техніки можна моделювати і спостерігати різні процеси, аналізувати варіанти різноманітних конструкцій, вибирати серед них оптимальні.

Стандартних рекомендацій щодо вибору і побудови моделей не існує. Головне, щоб модель відображала сутність досліджуваного об'єкта. Незначні фактори, зайва деталізація, другорядні явища і т.ін. тільки ускладнюють модель, роблять її громіздкою. Тому модель повинна бути оптимальною за своєю структурою, бажано наочною, але головне - достатньо адекватною, тобто описувати закономірності досліджуваного об'єкта з потрібною точністю. Звичайно, що при побудові моделі слід враховувати всі особливості того об'єкта, який вона повинна замінити.