

Методи наукового пізнання

Цілеспрямована діяльність по формуванню і розвитку наукового знання реалізується за допомогою історично вироблених засобів, способів, методів. **Роль методів у науковому пізнанні дуже важлива.**

Якщо методу пізнання притаманна така властивість, як здатність примножувати наші знання, то що ж таке **метод пізнання**, звідки і набуває його наука?

Метод у найзагальнішому значенні – це певний спосіб дослідження якоїсь проблеми чи завдання, тобто **метод являє собою систему правил, принципів і прийомів підходу до вивчення явищ і закономірностей розвитку природи, суспільства і мислення або практичної перетворюючої діяльності людини.**

Близькою до методу за своїм значенням є категорія “методика”. **Методика – це сукупність, послідовність, порядок використання різних прийомів та методів у дослідженні.** Це своєрідний тактичний план, що визначає спосіб і послідовність рішення конкретного наукового чи практичного завдання.

Певна система методів та форм, способів і видів пізнання становить наукову методологію. Під методологією розуміють вчення, науку про методи наукового пізнання. Разом з тим це і сукупність загальних і, в першу чергу, світоглядних принципів, які використовуються для вирішення наукових та практичних завдань. Якщо **методика являє собою своєрідний тактичний план** вирішення конкретного завдання, то **методологія розробляє стратегію пізнавальної і практичної діяльності.**

Діалектику формування будь-якого наукового методу, що формується людиною (суб'єктом) представлена на рис.1.



Рис. 1. Формування наукового методу

В об'єктивній реальності не існує готових методів пізнання. Але було б невірно вважати метод суб'єктивним за його природою. Зміст методу не довільно формується суб'єктом. Він передусім обумовлюється природою об'єкта, законами його будови, функціонування та розвитку. Визначається він не безпосередньо об'єктом, а через практичну діяльність з ним суб'єкта. **Метод – це ідеальна копія взаємодії суб'єкта з об'єктом (рис.2).** Ця взаємодія дає можливість визначити початок і закінчення дослідження суб'єктом певного об'єкту. Отже, метод за своїм змістом об'єктивний. І до успіху веде тільки той метод, який обумовлюється характером об'єкта, що досліджується.

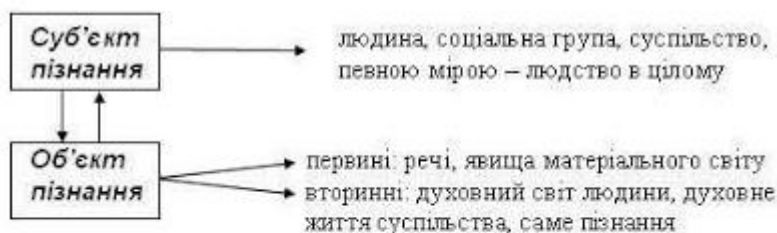


Рис.2. Взаємодія суб'єкта та об'єкта пізнання.

Але для отримання методу однієї “копії” взаємодії суб'єкта з об'єктом недостатньо. Для цього необхідні ще і достовірні знання. Вони з'являються внаслідок пізнавальної взаємодії суб'єкта з об'єктом. **Такі знання фіксуються в теорії і далі використовуються для формування методу.** Теорія надає методу наукову обґрунтованість і забезпечує певними ідеями та принципами. **Отже, зосереджені в теорії знання потрапляють до методу для набуття нового знання.** Ось чому говорять: **“Метод – це теорія в дії”.**

Взаємодія теорії та методу – це складний, нескінченний, спіралеподібний процес.

Початкові знання перетворюються на метод, який сприяє суб'єкту пізнання в досягненні теорії. Вона, у свою чергу, сприяє формуванню більш сучасного методу. Але з цієї діалектики не слід робити висновок, що з теорії в готовому вигляді витікає метод подальшого пізнання. Метод, як ми визначили, формується суб'єктом. Він закладає в нього не тільки теоретичні знання, але й свої прагнення і цілі.

На основі зробленого аналізу метод пізнання можна характеризувати таким чином. **За своїм змістом він об'єктивний; формується методом суб'єктом пізнання; є результатом прояву його активності. В цілому ж науковий метод – це діалектична єдність об'єктивного та суб'єктивного. Метод тісно пов'язаний з теорією.** Він виступає як зброя, засіб, а теорія – як результат пізнання. Але це такий результат, який сам впливає на засіб, розвиває його, надає йому наукову обумовленість. **Призначення методу – посилити пізнавальні можливості людини, направити та упорядкувати процес пізнання.**

Сучасна система методів науки досить різноманітна, як і сама наука. Щоб легше було розібратись в багатогранності методів, їх класифікують. Усі наукові методи, залежно від того, у вузькій чи більш широкій сфері вони застосовуються, можна поділити на три основних види або групи (Рис. 3).



Рис. 3. Класифікація методів за ступенем їх узагальнення

Загальнофілософський (універсальний) метод. Ним вчені користуються при дослідженні всіх областей дійсності і на всіх етапах кожного конкретного пізнавального процесу.

Загальнонаукові методи. Вони використовуються також усіма чи майже усіма науками, але, на відміну від загального методу, не на всіх етапах пізнавального процесу, а тільки на конкретно визначених для розкриття певних сторін чи властивостей предмета.

Часткові методи. Вони призначені для дослідження конкретних явищ дійсності і застосовуються, як правило, в межах однієї науки. До таких методів

належать, наприклад, різні методи якісного аналізу в хімії, спектроскопія і спектрографія у фізиці; метод мічених атомів у біології; лінійне і динамічне програмування в математиці; анкетування в конкретних соціологічних дослідженнях тощо.

Важливу роль у всій системі методів виконує **загальнофілософський метод**. Метод, який, по-перше, не нав'язується науці ззовні, а є адекватним відображенням матеріальної дійсності; по-друге, оснований не на часткових законах, які відображають розвиток тієї чи іншої області дійсності, а на законах загальних, які відображають розвиток всіх областей природи, суспільного життя та мислення. **Роль такого методу здійснює наука діалектика.**

До основних вимог загального методу слід віднести: об'єктивність дослідження; всебічність розгляду; конкретно-історичний підхід; поділ цілого і пізнання його протилежних сторін; єдність кількісного і якісного аналізу; сполучення критичного підходу і спадкоємності пізнання; пізнання від явища до сутності і від менш глибокої до більш глибокої сутності. **Діалектичний метод разом з тим є інтегруючою основою загальнонаукових і часткових методів, орієнтує їх на цілісне освоєння об'єктивної реальності.**

До загальнонаукових методів належать прийоми, які відпрацьовані зусиллями усіх або деяких великих груп наук. Ці методи відповідно до логіки пізнавального процесу поділяють на три групи: емпіричні, теоретичні і загальнологічні (Рис. 4).

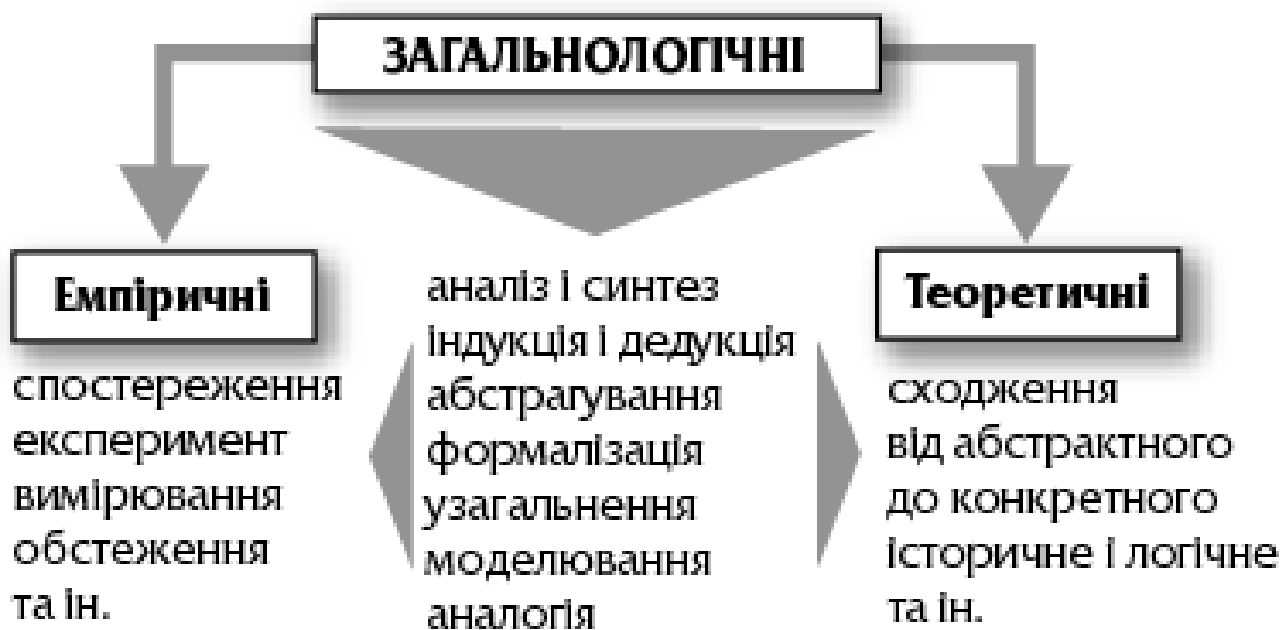


Рис. 4. Класифікація методів за місцем у пізнавальному процесі

Емпіричне дослідження об'єкта, як правило, починається із **спостереження**. Спостереження являє собою цілеспрямований і планомірний процес сприйняття предметів і явищ об'єктивного світу, їх властивостей. Воно завжди включає такі етапи:

а) вибір об'єкта і тем дослідження;

- б) опис результатів;**
- в) аналіз;**
- г) висновки.**

Хоч спостереження належить до емпіричного рівня пізнання, мислення в ньому відіграє активну роль, визначаючи пізнавальну мету, забезпечуючи раціональне вираження результатів дослідження у формі понять, знань, схем та ін. **Спостереження може проводитись у природних або штучних умовах.** Прикладом першого є метод космічного спостереження, яке, окрім вивчення екологічних, геологічних процесів, стало ефективним засобом інспекції економічно-господарської діяльності, інструментом боротьби з так званою тіньовою економікою.

Спостереження буває **описовим або порівняльним.** Саме спостереження може стати в нагоді залучення науковців-початківців до науково-дослідницької роботи. Система позашкільної освіти активно може використовувати метод спостереження у тематиці дослідницьких і науково-дослідних робіт у своїй роботі з школярами. Так спостереження за рослинами на дослідних ділянках дозволяють оцінювати і досліджувати процеси росту і розвитку біологічних об'єктів (рис. 5).



Рис. 5. Дослідницька діяльність учнів.

Останнім часом значного поширення набув такий метод спостереження, як **моніторинг.** Він дає змогу визначити стан і прогнозувати можливі зміни певних об'єктів та аналізувати можливі наслідки цих змін. За допомогою моніторингу розробляють заходи охорони окремих популяцій організмів, екосистем та біосфери в цілому. Метод моніторингових досліджень теж може бути використаний для вивчення змін рослинного покриву (видовий склад, наявність та динаміка змін червонокнижних видів) природних ділянок різних областей України. Моніторингові дослідження необхідно проводити і для вивчення поширення певних видів тварин. Такі моніторингові дослідження популярні і серед науковців-початківців, що навчаються у природничій школі учнівської молоді (ПШУМ).

Особливе місце серед моніторингових досліджень займає **генетичний.** Основними напрямками генетичного моніторингу є:

фенотипічний моніторинг (спостереження за частотою домінуючих мутацій);

біохімічний моніторинг (виявлення біохімічних порушень);

цитогенетичний моніторинг (вивчення частоти геном них та хромосомних мутацій);

молекулярно-генетичний моніторинг (спостереження з метою виявлення генетичних порушень);

моніторинг архівних документів (для визначення темпів мутаційного процесу за змінами частот летальних мутацій).

Приклад моніторингових досліджень мутаційного процесу представлено на рис. 6. У якості тест систем генетичної активності можуть бути використані різні біологічні об'єкти (мікроорганізми, гриби, вищі рослини, *Drosophila melanogaster*, культура клітин ссавців, тощо). Саме у *Drosophila melanogaster* враховують домінантні леталі, нерозходження і втрати хромосом під час мейотичного поділу, мітотичний кросинговер і виникнення мутацій у соматичних клітинах. В останньому випадку діють мутагеном на личинок і вивчають мозаїчність очей або крил як результат появи мутантних клонів у ході диференціювання імагінальних дисків.

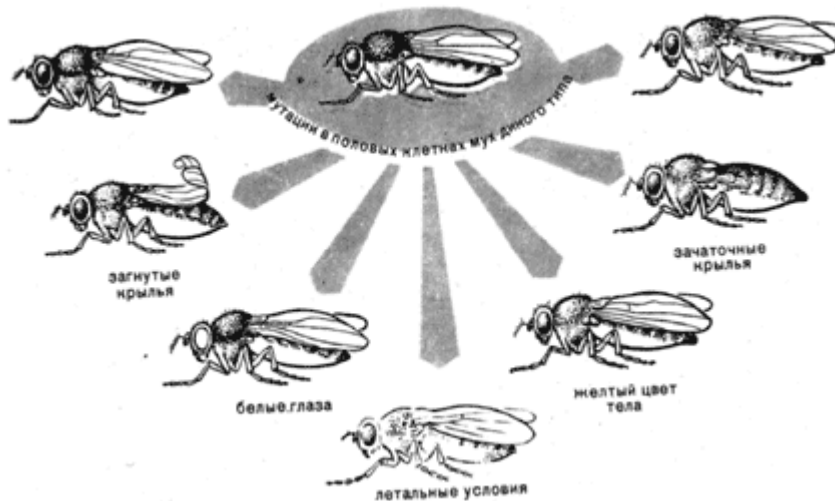


Рис. 6. Генетичний моніторинг мутаційного процесу у *Drosophila melanogaster*.

Спостереження об'єкта, в навмисно створюваних, штучних умовах має таку особливість, яка дозволяє уникнути несуттєвих елементів, що забезпечує вивчення їх впливу на об'єкт у "чистому" вигляді. Такий спосіб пізнання називається **експериментом**.

Експеримент – це науково поставлений дослід, при якому об'єкт або штучно відтворюється, або ставиться в штучні умови свого існування. Залежно від мети дослідження експерименти поділяють на такі види:

а) **пошукові**, метою яких є відкриття нових явищ, процесів і їх властивостей;

б) **перевірочні**, які проводяться з метою підтвердження або спростування того чи іншого теоретичного положення, гіпотези;

в) **конструктивні**, у ході яких створюються нові речовини, матеріали, конструюються нові пристрої.

У процесі експерименту застосовуються такі методи, як **спостереження, вимірювання, обстеження та інші.**

Так, прикладом вдалого експерименту, що має велике практичне значення, була розробка курсу реабілітації хворих, чий параліч був викликаний ушкодженням спинному мозку. Ін'єкції певної комбінації препаратів, викликають електричну стимуляцію і виконання вправ стає реальністю. Перевірили свою методику на тваринах. Через тиждень після операції паралізовані щури почали проходити реабілітаційний курс.



Рис. 7. Реабілітаційний курс піддослідних щурів.

На початку реабілітації паралізовані щури не могли рухати лапами. Через деякий час вони ходили без підтримки, після 2-3 тижнів вони стали підходити до шматочка їжі після легкого підштовхування. Через 5-6 тижнів щури самі починали рухатися до їжі, а пізніше - підніматися по сходах і долати невеликі перешкоди. Гризуни, які не пройшли реабілітаційний курс, не демонстрували ознак поліпшення свого стану. Вчені кажуть, що нейрони, які піддаються стимуляції, формують "обхідний шлях" навколо пошкодженої ділянки, внаслідок чого відновлюється рухова активність.

Експериментальні дослідження, насамперед, перевірочні, активно проводяться у закладах позашкільної освіти. Учні 9-11 класів проявляють зацікавленість у науково-дослідницькій роботі у різних галузях біологічної науки. Важливо залучати школярів до творчих колективів, які складаються з учених, студентів, викладачів. Саме в таких творчих колективах у школярів формується не лише мотивація до наукової роботи, а й розуміння необхідності здобувати рівень знань, достатній для усвідомлення сутності експерименту та його результатів.

Окрім зазначених специфічних методів на емпіричному рівні наукового пізнання застосовуються також методи, які є загальними (загальнологічними) як для емпіричного, так і для теоретичного рівня. До них належать: **аналіз і синтез, індукція і дедукція, абстрагування, узагальнення, моделювання, аналогія та інші.**

Аналіз і синтез є взаємообумовленими методами пізнання. **Аналіз – це розчленування предмета на його складові частини з метою їхнього всебічного вивчення.** Аналітичний метод спрямований на визначення внутрішніх тенденцій і можливостей предмета. Він широко застосовується у всіх науках: в хімії – кількісний і якісний аналіз речовини, в геології –

фізико-хімічний аналіз ґрунту, в біології аналіз будови і функції органел клітини; в соціології – якісний аналіз економічних та інших суспільних явищ. **Синтез – зворотний процес – це об'єднання, раніше виділених частин сторін (ознак, властивостей, відношень) у єдине ціле.** Однак, це не просте механічне сполучення раніше роз'єднаних елементів цілого, а такий процес пізнання, коли розкривається місце і роль кожного елемента в системі цілого. Так, в біології клітини необхідно об'єднати знання про будову і функції органел клітини, щоб усвідомити процеси її життєдіяльності (обміну речовин, особливостей функціонування і адаптацій до умов оточуючого середовища).

До загальнологічних методів наукового дослідження належать і такі методи, як індукція і дедукція. **Індукція (від лат. – наведення) – це один із методів, який безпосередньо опирається на дані спостереження та експерименту.** Індукція спрямована на пізнання загального через дослідження одиничного і особливого. Передумовою індукції є ґрунтовне ознайомлення з фактами, які відображають відповідні сторони і властивості предметів і явищ. На основі їх осмислення отримують загальні характеристики окремих предметів, які потім переносяться на всі предмети даного класу. **Отже, індукція – це такий метод наукового пізнання, коли на підставі знання про окреме робиться висновок про загальне, це спосіб міркування, за допомогою якого встановлюється обґрунтованість висунутого припущення чи гіпотези.**

У реальному пізнанні індукція завжди виступає в єдності з дедукцією, органічно пов'язана з нею. **Дедукція (від лат. виведення) – це метод, за допомогою якого на основі знання загального пізнається часткове, одиничне.** Дедуктивний умовивід – це виведення певного твердження із одного або кількох інших тверджень, істинність яких уже встановлена. Так, знаючи на основі теорії відносності, що час на всіх рухомих тілах сповільнюється, фізик робить висновок про те, що він сповільнюється на космічному кораблі, не зважаючи на те, що з допомогою приладів таке сповільнення поки що не може бути виявлено.

До групи методів, що застосовуються на емпіричному і теоретичному рівнях дослідження, належить **абстрагування.** **Абстрагування – це метод відокремлення від певних властивостей та відношень об'єкта і одночасно зосередження основної уваги на тих властивостях та відношеннях, які є безпосереднім об'єктом наукового дослідження.** Використання прийомів абстрагування обумовлено тим, що реальним процесам дійсності притаманні різноманітні властивості, охопити які в цілому практично неможливо.

Абстрагування існує в органічній єдності з методом узагальнення. **Узагальнення – це логічне завершення абстрагування, поширення спільних ознак предметів на всі предмети даної множини.** Прикладом узагальнення є перехід думки від судження “тертя є джерело теплоти” до судження “будь-який механічний рух здатний перетворюватися на теплоту”.

Поряд з абстрагуванням і узагальненням існують **методи моделювання і аналогії.** Це методи, що ґрунтуються на перенесенні знань, отриманих при аналізі певного об'єкта (моделі), на подібний

об'єкт, менш вивчений. **Моделювання і аналогія відіграють важливу евристичну роль у наукових відкриттях, вони є джерелом наукових гіпотез, індуктивних міркувань.**

Об'єкти пізнання, безпосереднє вивчення яких з певних причин неможливе, ускладнене або недоцільне, досліджують за їхніми **моделями**. **Модель об'єкта або явища реального світу** – це опис його системою символів, що дає змогу прогнозувати стан і властивості об'єкта або явища в різних умовах. Найпростіша форма моделі – словесна або графічна. Проте надійні кількісні прогнози може забезпечити тільки статистична і суто математична модель. У біології застосовують математичні, імітаційні та фізико-хімічні моделі.

Математичні моделі описують досліджуваний процес або явище на знаковому рівні. При їх створенні використовують переважно методи математичної статистики.

Імітаційні моделі є логіко-математичними системами даних, що розраховані на комп'ютерний аналіз. Створено велику кількість імітаційних моделей нейронів і нервових сіток, які відтворюють окремі функції нервової системи.

Фізико-хімічні моделі відтворюють фізичними або хімічними засобами деякі властивості біологічних структур, функцій, процесів. Прикладами можуть слугувати моделі біологічних мембран, які дають змогу досліджувати процеси мембранного транспорту і вплив на нього різних чинників (блокаторів чи активаторів).

Головними методами і засобами теоретичного дослідження є метод сходження від абстрактного до конкретного, історичний і логічний метод, метод формалізації та інші.

Логічним стержнем побудови наукової теорії, який інтегрує кожен частинку, є метод сходження від абстрактного до конкретного. Конкретне в мисленні є найглибшим і змістовним знанням про явища дійсності, так як зміст його має відображати не зовнішні означення предмета, а різні існуючі сторони, зв'язки і відношення в їх внутрішньому необхідному зв'язку.

Відповідно до цього методу пізнання іде двома самостійними етапами: на першому етапі здійснюється перехід чуттєво-конкретного до абстрактного означення. Єдиний об'єкт розчленовується і описується за допомогою множини понять, які відображають окремі сторони і властивості об'єкта. Всякий процес мислення починається з утворення хоча б елементарних питань та абстракцій, у яких узагальнюються окремі ознаки, властивості предметів матеріального світу. На другому етапі пізнання здійснюється процес переходу від абстрактного до конкретного. Суть цього процесу полягає в тому, що проходить рух думки від абстрактних визначень об'єкта до всебічного, багатогранного знання об'єкта, що вивчається. На цьому етапі проходить зв'язок окремих абстрактних понять у цілісність об'єкта.

Таким чином, метод переходу від абстрактного до конкретного являє собою закон пізнання, згідно з яким мислення переходить від конкретного

в дійсності до абстрактного в мисленні, і від нього – до конкретного в мисленні.

Історичні і логічні методи дослідження використовуються в рамках сходження від абстрактного до конкретного. Історичний метод передбачає розгляд об'єктивного процесу розвитку об'єкта реальної його історії з усіма її особливостями. Це є певним способом відтворення в мисленні історичного процесу в його хронологічній послідовності та конкретності. Логічний метод – це відображення історичного процесу в абстрактній і теоретичній послідовній формі. Тобто логічне – це по своїй суті теж історичне, але звільнене від випадковостей, деталей, зигзагів. **Історичний і логічний методи дослідження єдині, адже з їх допомогою вивчається один і той же об'єкт, генезис його виникнення і розвитку.**

У теоретичному пізнанні широко застосовується також метод формалізації. Формалізація – це метод вивчення найрізноманітніших об'єктів шляхом відображення їх змісту і структури у знаковій формі, за допомогою різноманітних “штучних мов” (математичної мови, математичної логіки, хімії, радіотехніки тощо). Формалізація як засіб пізнання має величезне значення. Зокрема, вона прокладає шлях комп'ютеризації, передачі інформаційним машинам певних моментів інтелектуальної діяльності людини.

Завершуючи розгляд методів наукового пізнання, можна зробити наступні висновки.

1. Наукове пізнання є особливим видом соціальної діяльності. Першочерговим його завданням є встановлення об'єктивних законів природи і суспільства, вивчення специфіки їх прояву. Кінцева мета – вироблення на основі пізнаних законів, способів, прийомів і засобів практичного перетворення світу.

2. Наукове знання і сам процес його одержання характеризуються системністю і структурованістю. Передусім у структурі наукового знання вирізняють емпіричний і теоретичний рівні. Основними формами наукового пізнання є: факт, проблема, гіпотеза, теорія.

3. Науковий метод – це єдність об'єктивного і суб'єктивного. Об'єкт обумовлює, а суб'єкт формує метод, тому певною мірою і сам об'єкт може спрямовувати процес пізнання на вірний шлях. Але такий шлях пізнання не є оптимальним (він складний, іноді заплутаний). Завдання науки – прискорити переведення процесу пізнання на оптимальний, свідомо діалектичний шлях.

4. Для пізнання навколишнього світу необхідно з'ясувати й уміти застосовувати увесь різноманітний методологічний інструментарій наукового пізнання. Творче його використання вимагає подальшого підвищення філософської культури суб'єкта сучасної науки.