**8. МЕТОДИ ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

*8.1. Творчій процес теоретичних досліджень.*

*8.2. Індукція, дедукція й ідеалізація.*

*8.3. Наукові ідеї, гіпотези і допущення.*

*8.4. Теорія та її структурні елементи.*

**8.1. Творчій процес теоретичних досліджень**

Теоретичні дослідження мають бути творчими. Творчість – це створення за задумом нових цінностей, нові відкриття, винаходи, встановлення невідомих науці фактів, створення нової, цінної для людства інформації.

Спростувати існуючі або створити нові наукові гіпотези, глибоко пояснити процеси або явища, що раніш були незрозумілими або слабовивченими, зв’язати воєдино різні явища, тобто знайти стрижень досліджуваного процесу, науково узагальнити велику кількість дослідних даних – усе це неможливо без теоретичного творчого мислення.

Творчий процес вимагає свідомого вдосконалення відомого рішення.

Удосконалення є процесом переконструювання об’єкта мислення в оптимальному напрямку. Коли переробка досягає меж, визначених раніше поставленою метою, процес оптимізації припиняється, створюється продукт розумової праці. У теоретичному аспекті це – гіпотеза дослідження, тобто наукове передбачення.

За певних умов процес вдосконалювання приводить до своєрідного, оригінального теоретичного рішення. Оригінальність виявляється у своєрідній, неповторній точці зору на процес або явище.

Творчий характер мислення при розробці теоретичних аспектів наукового дослідження полягає у створенні представлень уяви, тобто нових комбінацій з відомих елементів, і базується на таких прийомах: збиранні й узагальненні інформації; постійному зіставленні, порівнянні, критичному осмисленні; виразному формулюванні власних думок, їх письмовому викладі; вдосконаленні й оптимізації власних положень.

Творчий процес теоретичного дослідження має кілька стадій: вибір проблеми; знайомство з відомими рішеннями; відмовою від відомих шляхів рішення аналогічних задач; перебір різних варіантів рішення; рішення.

Творче рішення часто не вкладається в заздалегідь намічене планом.

Іноді оригінальні рішення з’являються «раптово», після здавалося б тривалих і марних спроб.

Чим більше відомих (типових, шаблонових) рішень, тим трудніше домогтися оригінального рішення. Часто вдалі рішення виникають у фахівців суміжних областей, на яких не давить вантаж відомих рішень. Творчий процес представляє, власне кажучи, розрив звичних уявлень і погляд на явища під іншим кутом.

Власні творчі думки, оригінальні рішення виникають тим частіше, чим більше сил, праці, часу затрачається на постійне обмірковування об’єкта дослідження, чим глибше науковця захоплює дослідницька робота.

Успішне виконання теоретичних досліджень залежить не тільки від кругозору, наполегливості й цілеспрямованості науковця, але й від того, якою мірою він володіє методами й способами наукового дослідження, і в першу чергу – діалектичним методом.

Важливе місце при виконанні теоретичних досліджень займають способи дедукції й індукції.

**8.2. Індукція, дедукція й ідеалізація**

Індукція й дедукція є найбільш розвинутою формою логічного мислення, результатом якого є умовивід. Ці методи застосовуються на емпіричному й теоретичному рівнях досліджень.

**Індукція** – вид узагальнення, пов’язаний з передбаченням результатів спостережень і експериментів на основі даних минулого досвіду. Це процес переходу від знань окремих фактів і подій до більш загальних знань, від фактів – до гіпотези, від досвіду – до теорії. Процес індукції звичайно починається з нагромадження результатів спостережень і експериментів, їх порівняння й аналізу. У міру розширення безлічі таких даних може виявитися регулярна повторюваність якої-небудь властивості досліджуваного об’єкта або якісь співвідношення між його параметрами.

Існує кілька варіантів встановлення спадкоємного зв’язку методами наукової індукції (*рис. 8.1*).

а) *Метод єдиної подібності*: якщо два або більше випадків досліджуваного явища мають лише одні загальні обставини, а всі інші – різні, то саме ця подібна обставина є причиною явища, що розглядається.

б) *Метод єдиного розходження*: якщо випадок, у якому досліджуване явище настає і випадок, у якому воно не настає, у всьому подібні і відрізняються тільки однією обставиною, то саме ця обставина, необхідна в одному випадку і відсутня в іншому, є причиною явища, що досліджується.

в) *Об’ємний метод подібності й розходження* – комбінація двох перших методів.

г) *Метод супровідних змін*: коли виникнення або зміна одного явища викликає деяку зміну іншого явища, то обоє вони перебувають у причинному зв’язку одне з одним.

д) *Метод залишку*: якщо складне явище викликане складною причиною, яка є сукупністю перших обставин і відомо, що деякі з них є причиною частини явища, то залишок цього явища викликається обставинами, що залишилися.



Розрізняють повну й неповну індукцію. При повній індукції умовивід вичерпно розглядає досліджуване явище. Більш частий прийом у наукових дослідженнях – неповна індукція, який включає розгляд якихось ознак вибірково, що дозволяє одержати за короткий час, хоча і недостовірну, але орієнтовну, попередню думку про предмет.

**Дедукція** – це операція мислення, що полягає в тому, що нові знання виводяться на основі знань більш загального характеру, отриманих раніше шляхом узагальнення спостережень, дослідів, практичної діяльності, тобто індукції. Принцип дедукції: «від загального – до часткового», тобто коли з загальних положень і аксіом виводяться окремі положення. При використанні дедуктивного методу ми виходимо з загальних правил або уявлень, а потім шляхом логічних міркувань виводимо з них окремі наслідки або пророкування. Якщо, наприклад, припустити, що затемнення Місяця викликаються тим, що Земля виявляється на шляху сонячних променів і відкидає тінь на Місяць, то шляхом дедукції можна дійти висновку, що затьмарення повинні знову й знову повторюватися через проміжок часу, достатній для того, щоб Сонце й Місяць, рухаючись по своїх еліптичних орбітах, повернулися в те ж саме положення стосовно Землі. Цей проміжок часу повинен бути «найменшим загальним кратним» одного лунного місяця і одного сонячного року, тобто близько 18 років.

Недоліком дедуктивного способу дослідження є обмеження, які витікають із загальних закономірностей, на основі яких досліджується окремий випадок. Щоб усебічно дослідити рух автомобіля, недостатньо знати лише закони механіки, необхідно застосувати також інші принципи, які витікають з аналізу системи «водій-автомобіль-навколишнє середовище».

**Індуктивний метод** – це такий спосіб дослідження, при якому за окремими фактами й явищами встановлюються загальні закони й принципи.

Наприклад, Д. І. Менделєєв, використовучи окремі факти про хімічні елементи, сформулював періодичний закон. Науковий співробітник, обґрунтовуючи гіпотезу наукового дослідження, встановлює її відповідність загальним законам діалектики та природознавства (дедукція). У той же час гіпотезу формулюють на основі відособлених факторів (індукція).

При усій своїй протилежності індукція й дедукція тісно пов’язані між собою, являючи різні сторони єдиного діалектичного методу пізнання.

**Ідеалізація** – це представлення реальних предметів або явищ спрощеними схемами з метою більш ефективного використання методів і засобів їх дослідження. Процес ідеалізації зводиться до чисельного конструювання об’єктів або понять, що не існують у дійсності або практично не здійснюються, а їх подобу, що є у реальному світі. Наприклад, у фізиці використовуються поняття «абсолютно тверде тіло», «абсолютно чорне тіло».

У геометрії використовується поняття «точка», під якою мається на увазі просторовий об’єкт, що не має розмірності. Очевидно, що таке уявлення про точку є «найчистішою» ідеалізацією, оскільки в реальному світі не існує просторових об’єктів, які б не були вимірюваними.

Мета ідеалізації – позбавити реальні об’єкти деяких їх властивостейі наділити подумки ці об’єкти деякими нереальними й гіпотетичними властивостями. При цьому мета досягається завдяки:

 багатоступінчастому абстрагуванню;

 переходу продумування до кінцевого випадку в розвиток визначених властивостей;

 простому абстрагуванню.

Однак будь-яка ідеалізація правомірна лише в певних межах.

Особливу роль у теоретичних дослідженнях відіграють способи аналізу й синтезу.

**Аналіз** – це спосіб наукового дослідження, при якому явище розчленовується на складові частини. **Синтез** – протилежний аналізу спосіб, який полягає в дослідженні явища в цілому, на основі об’єднання пов’язаних один з одним елементів у єдине ціле.

У теоретичних дослідженнях використовують логічний та історичний методи. Логічний метод включає в себе гіпотетичний й аксіоматичний.

**Аксіоматичний метод** засновано на очевидних положеннях (аксіомах), прийнятих без доказу. За цим методом теорія розробляється на основі дедуктивного принципу. Більш широке поширення він одержав у теоретичних науках (математика, математична логіка й ін.).

**Історичний метод** дозволяє досліджувати виникнення, формування й розвиток процесів і подій у хронологічній послідовності з метою виявити внутрішні й зовнішні зв’язки, закономірності й протиріччя. У прикладних науках історичний метод використовується при вивченні основних етапів розвитку й формування тих або інших галузей науки й техніки.

Первинним у пізнанні фізичної сутності процесів виступають спостереження. Будь-який процес залежить від багатьох діючих на нього факторів. Кожне спостереження або вимір може зафіксувати лише деякі фактори. Для того щоб найбільш повно зрозуміти процес, необхідно мати велику кількість спостережень і вимірів. Виділити головні і потім глибоко досліджувати процеси або явища за допомогою великої несистематизованої інформації важко. Тому таку інформацію прагнуть «згустити» у деяке абстрактне поняття – «модель».

**8.3. Наукові ідеї, гіпотези і допущення**

В основі вибору проблеми досліджень лежить ідея (задум) дослідника. **Ідея** – це продукт людського мислення, форма відображення в думках дійсних процесів і явищ об’єктивної реальності. Наукова ідея узагальнює досвід попереднього розвитку знань і практики і слугує як принципи об’єднання нових, раніше невідомих явищ і закономірностей.

**Наукова ідея** – форма відображення в мисленні нового розуміння об’єктивної реальності. Тому наукова ідея є своєрідним стрибком думки за межі вже раніше пізнаного. Більшість наукових ідей народжуються з експерименту або тією чи іншою мірою пов’язані з експериментом. Інші галузі наукового мислення – чисто умоглядні. Структурні елементи теорії пізнання схематично показано на *рис. 8.2*. Наукова ідея залежно від повноти охоплення нових знань і узагальнень може набувати форми й найменування правил, принципів, законів, концепцій, парадигм.

Ідея відрізняється від інших форм мислення і наукових знань тим, що в ній не тільки відбито об’єкт вивчення, але й усвідомлення мети, прогнозування пізнання і практичного перетворення дійсності. Нові ідеї можуть виникати під впливом парадоксальних ситуацій, коли виявляється несподіваний результат, що сильно розходиться із загальновідомими положеннями науки – парадигмами.

При цьому одержання нових знань здійснюється за такою схемою: парадигма – парадокс – нова парадигма. Можна стверджувати, що розвиток науки – це зміна відмітних парадигм, методів, стереотипів мислення. Перехід від однієї парадигми до іншої не піддається логічному опису, тому що кожна з них відкидає первісну і несе принципово новий результат досліджень, якого не можна логічно вивести з існуючої теорії. Особливу роль тут відіграють інтуїтивні механізми наукового пошуку, що не ґрунтуються на формальній логіці.

Матеріалізованим вираженням наукової ідеї є гіпотеза.

**Гіпотеза** – науково обґрунтоване припущення про факт, що безпосередньо спостерігається, або про закономірний порядок, що пояснює відому сукупність процесів або явищ На відміну від теорії, що відбиває достовірні наукові знання, гіпотеза є формою можливого наукового знання.



Існує два типи гіпотез:

 теоретична гіпотеза, в основу якої покладено наукові закономірності, методологічні положення, логічні судження, аргументоване прогнозування, фундаментальні знання;

 емпіричні гіпотези обґрунтовуються результатами попереднього практичного досвіду.

Гіпотези – це такі припущення або здогади, до яких вдаються при побудові теорії або при постановці експерименту, що має за мету безпосередню перевірку якоїсь теорії, якщо це представляється можливим. Гіпотеза є керівною ідеєю дослідження. Вона визначає напрямок і обсяг теоретичних розробок. Після перевірки висунута гіпотеза може виявитися правильною або помилковою. Одним із багатьох джерел генерування наукових гіпотез є використання аналогій. Умовивід за аналогією – це процес, коли знання, отримані з розгляду якого-небудь відомого об’єкта, переносяться на менш вивчений об’єкт, подібний до нього за якимись істотними властивостями й ознаками.

Гіпотези, як і ідеї, носять вірогіднісний характер і проходять у своєму розвитку три стадії:

 нагромадження фактичного матеріалу й висування на його основі допущень;

 формування й обґрунтування гіпотези;

 перевірка отриманих результатів на практиці і на основі уточнення гіпотези.

На основі гіпотез здійснюються пошуки нових наукових результатів – у цьому суть і призначення гіпотези як форми розвитку науки. Гіпотеза висувається в надії на те, що вона, якщо не в повному обсязі, то хоча б частково перетвориться в достовірне знання. Так, наприклад, висловлені у свій час гіпотези про можливості перетворення теплової й електромагнітної енергії у механічну, побудовані на базі закону збереження й перетворення енергії, стали достовірними знаннями після того, як було винайдено парові машини й електричні двигуни.

Якщо отриманий практичний результат відповідає допущенням, то гіпотеза перетворюється на наукову теорію, тобто стає достовірним знанням. На практиці може формуватися кілька гіпотез з одного і того самого невідомого процесу або явища, тому що будь-яке явище багатогранне й взаємозалежне з іншими. Наявність різних гіпотез забезпечує необхідний різнобічний аналіз, без якого неможливо строге наукове узагальнення.

Процедури, за допомогою яких установлюється істинність будь-якого твердження, називається доказом. Доказами гіпотез у дослідженнях об’єкта можуть бути відомі дані експериментів, сформовані теорії. У доказах використовують два способи встановлення істини: безпосередній і опосередкований.

При безпосередньому способі істина встановлюється в процесі практичних дій – це може бути спостереження, демонстрація, виміри, розрахунок і ін. При опосередкованому способі, доказом є логічна процедура встановлення істини будь-якої вимоги за допомогою інших тверджень, істинність яких уже доведена, у структурі доказів можуть бути такі елементи: теза (положення, спостереження, думки), аргумент і демонстрація (ілюстрації макетів, таблиць, схем).

Теоретична й винахідницька діяльність і особливо наукові дослідження базуються на використанні загальних законів логіки, законів і форм мислення.

**8.4. Теорія та її структурні елементи**

Одним із результатів наукової діяльності є формулювання теорії. Будь-яка наукова теорія пов’язана з загальними й частковими методами досліджень.

**Теорія** – це найбільш висока форма узагальнення й систематизації знань, яка дає цілісне уявлення про закономірності й основні зв’язки дійсності. Теорія будується на результатах отриманих на емпіричному рівні досліджень. Вона описує й роз’яснює сукупність явищ деякої частини дійсності і зводить відкриті в цій галузі закони до єдиного узагальнюючого початку. У теорії ці результати упорядковані, вписуються в струнку систему, об’єднану загальною ідеєю, уточнюються на основі введених до теорії абстракцій, ідеалізацій і принципів.

Теорія виступає як форма синтетичного знання, у межах якого окремі поняття, гіпотези й закони втрачають минулу автономність і перетворюються в елементи цілісної системи наукових знань. Наукова теорія, що ґрунтується на пізнанні об’єктивних законів природи, дозволяє передбачати явища, що можуть виникати в майбутньому як результат дій цих законів (наприклад, періодичний закон Д. І. Менделєєва передбачав неіснуючі на той час елементи). Структуру теорій формують факти, поняття й судження, положення, закони, аксіоми, постулати й принципи (див. *рис. 8.3*).



До нової теорії висуваються такі вимоги:

 адекватність наукової теорії описаному об’єкту, що дозволяє у визначених межах заміняти експериментальні дослідження теоретичними;

 повноту опису конкретної галузі діяльності;

 необхідність пояснення взаємозв’язків між різними компонентами в межах самої теорії. Наявність зв’язків між різними положеннями забезпечить перехід від одних тверджень до інших;

 відсутність внутрішньої несуперечності теорії й відповідність її дослідженим даним.

Теорія має бути евристичною, конструктивною і простою. Евристичність теорії відображає її можливості передбачення й пояснення. Математичний апарат теорії повинен не тільки забезпечувати точні кількісні передбачення, але і допомагати відкривати нові явища. Конструктивність теорії полягає в можливостях простої, здійснюваної за деякими правилами, перевірки основних її положень, принципів і законів. Простота теорії досягається введенням узагальнюючих законів, скорочень і подачі інформації у стислій формі за допомогою символів [6].

**Постулат** – це твердження, що сприймається в межах конкретної наукової теорії як істина, без доказовості, і виступає в ролі аксіоми.

Основою великих теоретичних узагальнень є принцип.

**Принцип** – це головне вихідне положення будь-якої наукової теорії, вчення, науки або світогляду, виступає як перше і найбільш абстрактне визначення ідеї, як початкова форма систематичних знань.

**Формалізація** – метод вивчення різних об’єктів шляхом відображення їх структури у відомій формі за допомогою штучної мови, наприклад, мовою математики. Використання математичних моделей є одним з основних методів сучасного наукового дослідження.

За допомогою аналітичних методів визначають математичну залежність між параметрами фізичної моделі. Математичну модель можна виразити за допомогою функціонального співвідношення у вигляді системи алгебраїчних, диференціальних або інтегральних рівнянь. За допомогою аналітичних методів визначають математичну. Такі моделі мають велику кількість інформації.

Перевагами формалізації є:

 забезпечення узагальненого підходу до вирішення проблеми;

 використання символів створює лаконічність і чіткість фіксації значень;

 однозначність символіки (немає багатозначності звичайної мови);

 дає можливість формувати окремі моделі об’єктів і змінювати розуміння реальних процесів вивчення цих моделей.

Однак математична формалізація має й істотні недоліки. Для того щоб у всьому класі знайти конкретне рішення, властиве лише даному процесу, необхідно задати умови однозначності. Визначення граничних умов вимагає проведення достовірного модельного експерименту і докладного аналізу експериментальних даних. Неправильне визначення граничних умов приводить до того, що проводиться теоретичний аналіз не того процесу, що був запланований, а вже зміненого. У багатьох випадках не завжди можливо, або зовсім неможливо, або дуже складно кінцеве аналітичне вираження з урахуванням умов однозначності, що найбільш точно відображають реальну фізичну сутність досліджуваного процесу. Часто, досліджуючи складний фізичний процес із добре обґрунтованими граничними умовами, спрощують диференціальні рівняння через неможливість або зайву громіздкість їх рішення, що змінює його фізичну сутність. Таким чином, дуже часто реалізовувати аналітичні підходи вельми складно.

**Поняття** – це результат відображення у свідомості людини загальних властивостей (або ознак) якоїсь групи предметів або явищ, що істотні й необхідні для виділення розглянутої групи. Наприклад, поняття «електродвигун» отримано шляхом узагальнення істотних ознак численних електродвигунів (зокрема, здатності перетворювати електромагнітну енергію в механічну).

Кожне поняття має зміст і обсяг. Зміст поняття – це множина ознак, які відрізняють це поняття від іншого. Обсяг поняття – сукупність предметів, явищ, відбиваних у самому понятті.

Наприклад, в українській мові поняття «людина» визначається через такі ознаки: жива істота, яка володіє мисленням, мовою, здатна створювати та користуватися знаряддями праці, на відміну, наприклад, від німецької, де поняття «людина» має ознаки: логічне мислення, мова, здатність розрізняти добро та зло, приймати моральні рішення й бути вищою живою істотою.

Поняття є відображенням найбільш важливих і властивих предмету, явищу або процесу ознак. Вони можуть бути загальними, частковими, складеними, абстрактними, конкретними, абсолютними й відносними.

У процесі розвитку наукових знань зміст понять може уточнюватися, до нього можуть додаватися нові ознаки. Найбільш узагальнені й фундаментальні поняття називаються «категоріями». Це форми логічного мислення, у яких розкриваються внутрішні найбільш важливі сторони й відносини досліджуваного предмета.

При будь-якому узагальненні ознаки обираються доцільно. Ціль змінюється у часі, тому кожне поняття має історичний зміст. Наприклад, зміст поняття «атом» (від давньогрецького *atomos* – неподільний), введене Демокритом, досить істотно відрізняється від сучасного змісту цього поняття.

**Аксіома** – це положення, що сприймаються без доказів у зв’язку з їх очевидністю.

**Контрольні питання й завдання**

*1. Що розуміють під теоретичним завданням дослідження?*

*2. Методи теоретичних досліджень і їх коротка характеристика.*

*3. Дайте визначення індукції й дедукції.*

*4. Які існують методи наукової індукції?*

*5. Дайте визначення ідеалізації.*

*6. Як ви розумієте гіпотезу досліджень?*

*7. Дайте визначення наукової ідеї, теорії й закону.*

*8. Наведіть структуру формування теорії.*

*9. Яка структура формування теорії?*

*10. Визначіть ознаки нової теорії.*

*11. Дайте визначення методу формалізації.*