

Розділ 2. МЕТОДОЛОГІЯ НАУКОВОЇ ТВОРЧОСТІ

Метод важливіший за відкриття.

Л.Д. Ландау

2.1. Визначення методології науки

Що таке методологія науки? Найкоротше визначення: методологія науки – це теорія побудови наукового знання та пізнання, тобто, вчення про принципи побудови, форми організації та способи наукового пізнання. Якщо це поняття розглядати більш глибоко, то ми вийдемо на наступне визначення методології науки.

Методологія науки – наукова дисципліна, що дає достатньо повне та придатне для використання знання про властивості, структури, закономірності виникнення, функціонування та розвитку систем наукового знання, а також про їх взаємозв'язки та застосування.

Методологія науки дає характеристику компонентів наукового дослідження – його об'єкта, предмета аналізу, задач дослідження (або проблем), сукупності дослідницьких засобів, необхідних для вирішення задачі даного типу, а також формує уявлення про послідовність плину думки дослідника під час вирішення задач [1].

Найбільш важливими при застосуванні методології, що виникла та розвивається, є виявлення об'єкта і предмета досліджень, постановка наукової задачі або проблеми (саме тут найчастіше здійснюються методологічні помилки, які призводять, наприклад, до висунення псевдопроблем, що суттєво ускладнює отримання результату), визначення (шляхом поєднання відомих елементів науково-методичного апарату, а, при необхідності, і за допомогою створення нових елементів, що доповнюють науково-методичний апарат науки) методу або побудову теорії вирішення наукової задачі (проблеми), яка розглядається, перевірка достовірності одержаних висновків, оцінка значимості обґрунтованих рекомендацій.

Методологія фактично є наукою в науці, якщо поняття наука використовувати у вузькому значенні, як систему знань, вчень, і містить такі складові елементи:

- власні емпіричні основи;
- теоретичні (методичні) основи методології;
- власні методологічні основи.

Методологія користується емпіричними і теоретичними (методичними) основами не тільки власними, але й всієї тієї науки, складовою частиною якої вона є.

Емпіричні основи методології складають:

- методологічні факти (факти, що мають суттєве відношення до практики створення та використання методів і теорій даної науки), які отримують за допомогою спостережень та експериментів;
- емпірико-методологічні гіпотези, концепції та співвідношення, що впливають зі згаданих фактів;
- емпірико-методологічні дані.

Теоретичні (методичні) основи методології складають:

- понятійний апарат методології;
- науково-методологічний (науково-методичний) апарат методології;
- теоретико-методологічні дані.

Науково-методологічний (науково-методичний) апарат методології являє собою набір засобів та прийомів опису, пояснення та передбачення властивостей методів і теорій даної науки, а також засобів та способів її практичної реалізації в науковій діяльності у вигляді ідеалізацій, методологічних гіпотез і концепцій, побудованих із них теоретико-методологічних конструкцій, одержаних та накопичених на цій основі теоретико-методологічних даних, створених технічних засобів для проведення експериментів тощо.

Емпірико-методологічні і теоретико-методологічні (методологічні) дані – це сукупність методологічних основ і рекомендацій, якими повинна керуватися практика науки у відповідній предметній області.

Роль, яку відводять у конкретній науці теоріям (методам), у методології виконують методологічні теорії, що виникають у більш-менш розвиненому вигляді і мають аналогічну структуру.

Методологічна теорія охоплює:

- методи збору методологічних фактів;
- методи змістовного, формалізованого та формального опису фактів, а також властивостей методів (теорій) даної науки, що впливають з них, і процесів застосування цих методів (теорій);
- методи аналізу (оцінки, співставлення, порівняння, класифікації, упорядкування, ранжирування, систематизації) методів (теорій) у частині їх властивостей, застосування, а також методологічних фактів і факторів, які враховуються, одержуваних висновків і рекомендацій;
- методи побудови (синтезу) теорій і доказу методологічних висновків зі створення та застосування методів (теорій) даної науки, а також оцінки їх достовірності;
- методи побудови (синтезу), оцінки та оптимізації методологічних рекомендацій зі створення і застосування методів (теорій);
- методи інтерпретації та експериментальної перевірки методологічних висновків і рекомендацій;
- методи техніко-економічної оцінки методологічних рекомендацій.

Приклад методологічної теорії – теорія планування експерименту.

Результатом глибокого розвитку методології є виникнення метатеорій.

Метатеорія – теорія, що аналізує структуру, методи і властивості іншої теорії, – так званої змістовної теорії. При цьому фактичним об'єктом розгляду в метатеорії є, як правило, не сама по собі та або інша змістовна теорія, а її формальний аналог [1].

Методологія науки розглядає дуже широке коло питань. Ось деякі з них:

- будова та форма наукового знання;
- специфіка етапів наукового пізнання;
- закономірності розвитку наукового знання;
- класифікація та взаємозв'язок різних систем знання;
- співвідношення наукового та звичайного знання;
- методи наукового пізнання;
- тенденції розвитку знання (формалізація, математизація, комп'ютеризація тощо).

Отже, предметом вивчення в методології науки є наукове знання та процеси, в яких воно присутнє.

Головний результат методології науки – знання про те, як побудоване, змінюється, функціонує та застосовується наукове знання.

Особливістю сучасного наукового пізнання є зближення наукових дисциплін, їхня інтеграція.

Тенденція розвитку науки як цілого, як певної форми людської діяльності – рух до метанаукової закономірності або метазнання.

Сутність механізму метанаукової єдності знання можна образно уявити у вигляді моделі квітки, де пелюстки – окремі науки, а пуп'янок – область метанаукового синтезу знань (рис. 2).

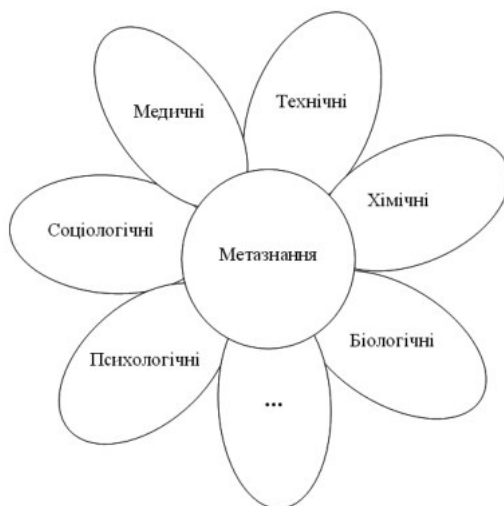


Рис. 2. Метанаукова єдність знання

У цій моделі науки спеціальні підходи представлені областями, але, разом із тим, у них є загальна область перетину, утворена множиною загальнонаукових методів і категорій.

Розкриття внутрішньої єдності всіх модифікацій творчого процесу – один із найцікавіших аспектів синтезу наук.

Сьогодні вченими поставлене питання про вироблення деякої загальної концепції творчості, що не зводиться ні до психологічного, ні до формально-логічного трактування творчого акту. Це розширює можливості суб'єктивної та активної сторін синтезу наукових знань з різних професійних областей.

2.2. Складові частини методології

*Роздумуйте неквапливо, але дійте рішуче,
поступайтесь великодушно, а чиніть опір жорстко.*
Ч. Колтон

Методологія наукового дослідження (творчості) містить наступні складові частини:

- а) загальнофілософська;
- б) загальнонаукова;
- в) конкретна галузь науки.

Загальнофілософська методологія – це система загальних умов і орієнтирів пізнавальної діяльності при дослідженні природи, суспільства, мислення. Вчений з ґрунтовною філософською підготовкою впевнено почувається в дослідженні та створює наукову працю з цінними висновками і положеннями.

Загальнонаукова методологія – це напрямок, концепції та системи наукового знання, що мають універсальний характер і використовуються як засіб пізнавальної діяльності у самих різних галузях науки.

Загальнонаукова методологія забезпечує:

1. Наукове обґрунтування проблеми дослідження, яка може бути розроблена з отриманням нових наукових результатів.

2. Побудову нових предметів дослідження, наприклад, на стику об'єкта вивчення з іншими галузями знань, коли об'єкти однієї галузі науки коректно проектується на об'єкти іншої галузі.

3. Створення нових методів теоретичного та емпіричного дослідження, необхідних для нових наукових об'єктів.

4. Розроблення наукового апарата конкретного дослідження при визначенні сукупності необхідних наукових методів опису об'єкта з врахуванням досвіду застосування цих методів у різних галузях знань.

5. Коректне визначення нових елементів понятійного апарата у конкретній галузі знань, використання яких виявляється продуктивним для науки і техніки.

6. Цілісність дослідження, коли кожна його частина може бути розкрита і пояснена лише через розгляд усього цілого, а ціле може існувати лише на базі своїх складових, не допускаючи їх вилучення або надлишку.

7. Перевірку досягнутих наукових результатів із позиції їх істинності з застосуванням системи логічних доказів і зверненням до практики.

Випадкові відкриття робить лише підготовлений розум.

Б. Паскаль

Третя, основна частина загальної методології наукової творчості – **методологія конкретної галузі наук**. Кожна галузь знань накопичує сукупність власних наукових об'єктів. У методології різних наук застосовуються різні методи, що враховують специфіку реальності, яка вивчається: *системний підхід, проектний метод, моделювання, емпіричний підхід, статистико-ймовірнісний метод* тощо.

2.3. Основні принципи побудови методології

Основою всякої мудрості є терпіння.
Платон

Наведемо основні принципи теорії наукового дослідження та побудови методології наукової творчості:

1. Узагальнені знання про той або інший предмет, об'єкт як фрагмент дійсності. Узагальнення – антипод окремим частковим фактам або подіям з їх індивідуальними рисами та особливостями. Завдяки узагальненню в явищах схоплюється те, що їх об'єднує, змістовне і суттєве, а не поверхневе та випадкове. Способи теоретичних узагальнень багатогранні: класифікація об'єкта і предмета дослідження на різних основах; встановлення ієрархії ознак, властивостей, відношень об'єктів вивчення; виокремлення загальнозначимих якісних характеристик; представлення та порівняння кількісних оцінок.

2. Упорядковане, систематизоване знання. Вже саме узагальнення як спосіб обробки фактичного матеріалу може поглинати в себе момент упорядкування. Будь-яка теорія загального або часткового характеру систематизує та упорядковує матеріал, установлює співвідношення між поняттями, виділяє головне і другорядне.

3. Цілісне знання про предмет, яке містить як його статичне (аналітичне) дослідження, так і динамічний опис (розкриття рушійного внутрішнього протиріччя, формулювання закономірності). Теорія, яка пояснює предмет, але не дає змоги скласти уяву про закономірності його руху або зміни, не може прогнозувати його розвиток, а, значить, не може, за великим рахунком, називатися теорією. Цілісне знання, крім того, означає визначення ролі та місця предмета в системі подібних або споріднених процесів.

4. Достовірність знання, як фундаментальна ознака теорії, доведена з необхідною і достатньою повнотою. Необхідна умова доведення виконується узгодженням розроблених положень з експериментальними даними досліджень з цього питання. Достатня умова виконується, якщо створені теоретичні засади не суперечать відомим і достовірно вивченим загальним законам природи, наприклад, законам збереження маси, енергії тощо, філософським категоріям, а також відомим частковим теоретичним положенням предмета дослідження.

5. Доказовість теоретичних положень як ознака теорії – метод дослідження в дії. Теорія набуває завершеного виду, її „якість” стає достатньо високою, щоб ефективно виконувати свої функції. Порухення вимоги доведеності теоретичних положень, зловживання постулюванням суттєво занижує рівень наукового дослідження.

2.4. Методи наукового пізнання

Неможливе сьогодні стає можливим завтра.
К.Е. Цюлковський

Теорія, науково обґрунтована і перевірена практикою, може виступати як функція методу при створенні інших теорій у конкретній галузі знань. Діалектичний матеріалізм учить, що метод об'єднує суб'єктивні та об'єктивні моменти пізнання.

Особливістю живого розуму є те, що йому необхідно лише трохи побачити і почути для того, щоб він міг потім довго роздумувати і багато зрозуміти.

Дж. Бруно

Метод – це спосіб досягнення мети. Метод *об'єктивний*, тому що в розроблюваній теорії дозволяє відобразити дійсність та її взаємозв'язки. Таким чином, метод є програмою побудови і практичного застосування теорії. Одночасно метод і *суб'єктивний*, тому що є знаряддям мислення дослідника та в якості такого містить у собі його суб'єктивні особливості.

Розмежування методу теорії носить функціональний характер.

Теорія, як результат наукового дослідження, виконує свої звичайні задачі: пояснення, прогнозування, удосконалення практики, але використана для потреб побудови інших концепцій, вона фігурує вже як метод. Отже, методологія поглинає в себе методи наукового пізнання та дослідження. Методи наукового пізнання служать інструментом для добування фактичного матеріалу і є необхідною умовою досягнення поставленої мети.

Існують загальні методи наукового пізнання, які, на відміну від спеціальних методів, використовуються протягом усього процесу дослідження і в різних за предметом науках. Усі методи наукового пізнання умовно поділяють на три великі групи (рис. 3):

1. Методи емпіричного дослідження (спостереження, порівняння, вимірювання, експеримент).

2. Методи, що застосовуються як на емпіричному, так і на теоретичному рівнях дослідження (абстрагування, аналіз і синтез, індукція та дедукція, моделювання тощо).

3. Методи теоретичного дослідження (перехід від абстрактного до конкретного тощо).

На теоретичному рівні пізнання широко застосовуються логічні методи подібності, відмінності, супутніх змін, розробляються нові системи знань, розв'язуються задачі подальшого узгодження теоретично розроблених систем із накопиченим новим експериментальним матеріалом.

Розглянемо детальніше методи наукового пізнання, що використовуються під час проведення досліджень:

Спостереження – це спосіб пізнання об'єктивного світу, оснований на безпосередньому сприйнятті предметів і явищ за допомогою органів відчуття без втручання в процес з боку дослідника. Спостереження, наприклад, візуальне або чуттєве, дає вихідну інформацію про світ, дозволяє познайомитися з характером змін у суспільстві, зі зносом інструмента, зміною шорсткості тощо.

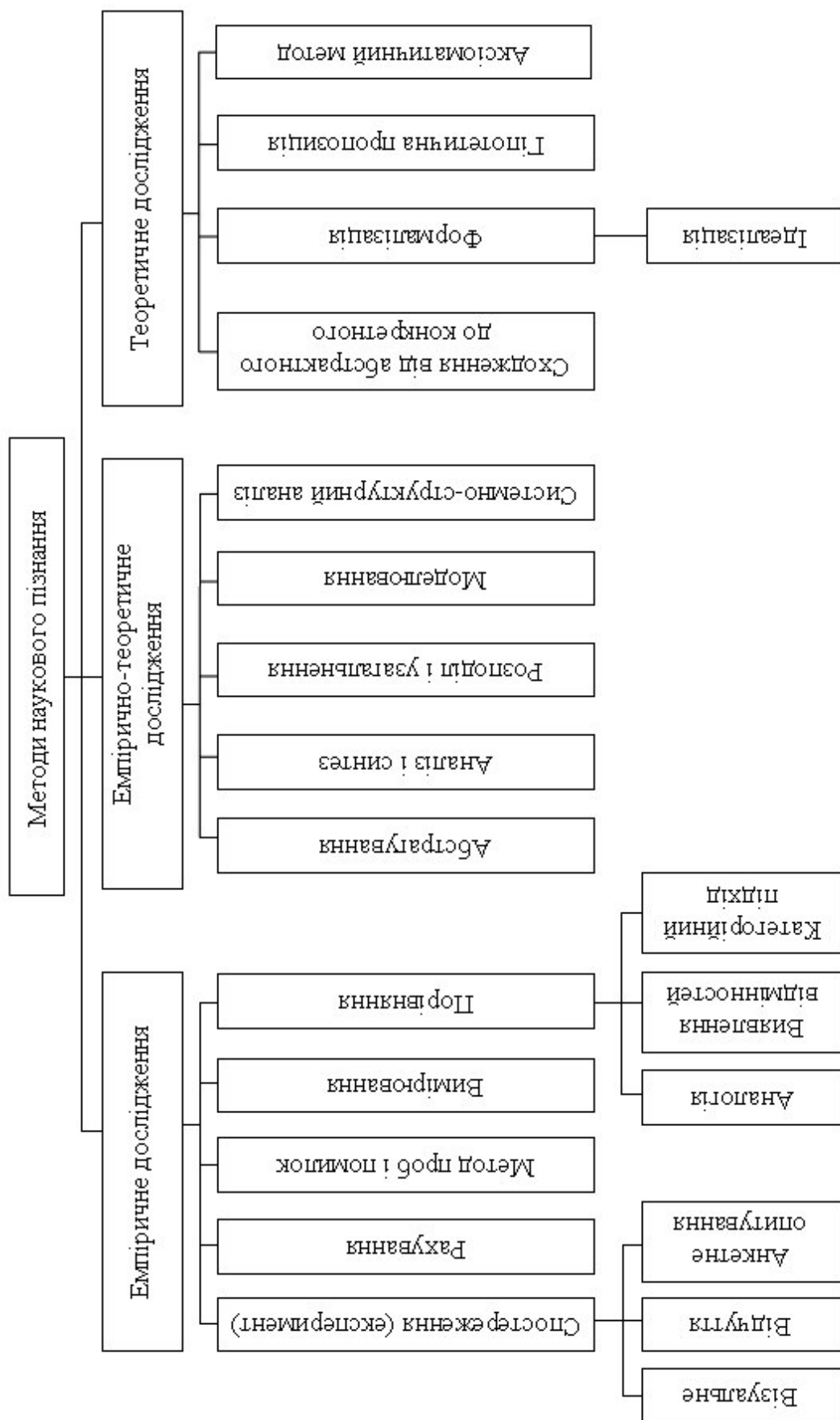


Рис. 3. Класифікація методів наукового пізнання

Порівняння – це визначення подібності або відмінності між об'єктами (предметами, явищами) матеріального світу, здійснюване як за допомогою органів відчуттів, так і за допомогою спеціальних пристроїв. Внаслідок порівняння виникає те загальне, повторюване, що притаманне двом або декільком об'єктам, а це шлях до виявлення закономірностей і законів.

При цьому порівнювати необхідно за найбільш важливими, суттєвими для конкретної пізнавальної задачі ознаками.

При аналізі явищ і процесів у складних системах виникає потреба розглядати велику кількість факторів (ознак), серед яких важливо вміти виділяти головне за допомогою методу ранжирування та виключення другорядних факторів, які суттєво не впливають на досліджуване явище.

Отже, цей метод допускає підсилення основних і послаблення другорядних факторів, тобто, розміщення факторів за певними правилами в ряд спадаючої або зростаючої послідовності за силою фактора.

Розрахунок – це знаходження числа, що визначає кількісне співвідношення однотипних об'єктів або їх параметрів, які характеризують ті або інші властивості.

Вимірювання – це процедура визначення точного числового значення деякої величини шляхом порівняння її з еталоном. Вимірювання дозволяє одержати кількісні відомості про навколишню дійсність.

Експеримент – одна зі сфер людської практики, в якій піддається перевірці істинність висунутих гіпотез або виявляються закономірності об'єктивного світу.

Під час експерименту дослідник втручається у процес вивчення з метою пізнання, при цьому одні умови досліду ізолюються, інші вилучаються, треті підсилюються або послаблюються.

Експериментальне вивчення об'єкта або явища має певні переваги порівняно зі спостереженням:

а) дозволяє вивчати явища у „чистому вигляді” за допомогою знешкодження побічних факторів;

- б) за необхідності досліди можуть повторюватися;
- в) можна досліджувати окремі властивості об'єкта, а не їх сукупність.

Узагальнення – визначення загального поняття, в якому знаходить відображення головне, основне, що характеризує об'єкти даного класу. Це засіб для утворення нових наукових понять, формулювання законів і теорій.

Докази, до яких людина додумується сама, звичайно переконують її більше, ніж ті, що прийшли в голову іншим.

Б. Паскаль

Теоретичне осмислення будь-якого явища залежить, насамперед, від того, як вдало вибрано спосіб його узагальнення, а це вимагає деякого спрощення шляхом виділення головного за рахунок подробиць, відсторонення від вхідних зв'язків, спрощення за рахунок відкидання другорядних деталей, тобто, подання у вигляді дещо схематизованої, часто умовної абстракції. Вся справа у тому, щоб зрозуміти, що в даному явищі головне, а що другорядне, і усвідомити, які саме спрощені умови застосовані, чітко сформулювати, якими подробицями при першому розгляді знехтували.

Шлях абстрагування необхідний при пошуку узагальнень – це такий відхід від поодиноких фактів, який дозволяє не заблукати в них, а, навпаки, нащупати саме суттєве і головне. Пошук головного і є основою всякого наукового теоретизування. Теорія дає опорні ідеї для пошуків, експеримент дає дослідні дані, на яких будується інтерпретація фактів. Теорія подібна вищій, на якій розміщені прожектори, що освітлюють будівельний майданчик. Результат теоретика завжди може бути поглиблений, а результат експериментатора – уточнений.

Абстрагування – уявне відволікання від несуттєвих властивостей, зв'язків, відношень предметів і вичленення декількох сторін, що цікавлять дослідника. Воно, як правило, здійснюється протягом двох етапів. На першому етапі визначаються несуттєві властивості, зв'язки тощо. На другому етапі – досліджуваний об'єкт замінюють іншим, простішим, який являє собою спрощену модель, що зберігає головне в складному.

Процес абстрагування – це сукупність операцій, що ведуть до отримання знань про деякі сторони об'єктів (абстракцій). Прикладами абстракцій можуть служити поняття: суспільство, дерево, різець, процес тощо. Операції абстрагування тісно пов'язані з аналізом і синтезом.

Аналіз є методом наукового пізнання шляхом розчленування предметів дослідження на складові частини. Аналіз становить основу аналітичного дослідження.

Синтез – поєднання окремих сторін предмета в одне ціле.

Аналіз і синтез взаємопов'язані, вони являють собою єдність протилежностей. Розрізняють наступні види аналізу та синтезу:

– прямий, або емпіричний, метод (використовують для виокремлення окремих частин об'єкта, знаходження його властивостей, найпростіших вимірювань тощо);

– зворотний або елементарно-теоретичний метод (який базується на уявленнях про причинно-наслідкові зв'язки різних явищ);

– структурно-генетичний метод (містить вичленення у складному явищі таких елементів, які мають вирішальний вплив на всю решту сторін об'єкта).

Метод **розчленування** запропонований французьким філософом і природодослідником Р. Декартом.

У трактаті „Правила для керівництва розуму” (правило XIII) він писав: „Если мы вполне понимаем вопрос, его надо освободить от любого излишнего представления, свести к простейшему вопросу и посредством нумерации разделить на возможно меньшие части” [3].

Під час вичленення виділяються суттєві та несуттєві параметри, основні елементи і зв'язки між ними. Тому що кожен об'єкт можна розчленувати різними способами, що суттєво впливає на проведення теоретичних досліджень, то, в залежності від способу розчленування, процес вивчення об'єкта може спроститися або, при невірному розчленуванні, навпаки, ускладнитися.

Після розчленування об'єкта вивчається вид взаємозв'язку елементів і здійснюється їхнє моделювання. Потім елементи об'єднуються у складну модель об'єкта.

На всіх етапах побудови моделі об'єкта здійснюється його спрощення і вводяться певні припущення. Останні повинні бути свідомими та обґрунтованими. Невірні припущення можуть призвести до серйозних помилок при формулюванні теоретичних висновків.

При побудові моделі об'єкта дослідження повинні використовуватися найбільш загальні принципи та закономірності. Це дозволяє врахувати всі припущення, прийняті при отриманні формалізованих теорій, і точно визначити область їх застосування.

Метод **об'єднання** є протилежним розчленуванню. Він також пов'язаний з ним комплексним підходом до вивчення об'єкта. Обидва методи часто об'єднують під назвою „загальна теорія систем” або „системологія”.

Сходження від абстрактного до конкретного являє собою загальну форму руху наукового пізнання, закон відображення дійсності в уяві. За цим методом процес пізнання ніби розбивається на два відносно самостійні етапи. Спочатку відбувається перехід від чуттєво-конкретного, від конкретного в дійсності до його абстрактного визначення.

При цьому єдиний об'єкт розчленовується, описується множиною понять і суджень, перетворюючись у сукупність зафіксованих мисленням абстракцій, однобічних визначень. Потім відбувається рух думки від абстрактних визначень (понять) об'єкта до конкретного його уявлення. На цьому етапі ніби відновлюється вихідна цілісність об'єкта, тобто, за всією своєю багатогранністю він відтворюється у думці (думкою).

Метод, що розглядається, являє собою процес пізнання, згідно якого мислення піднімається (рухається) від конкретного в дійсності до абстрактного у думці (в голові, у мозку) і від нього – до конкретного у мисленні.

Формалізація – відображення об'єкта або явища у знаковій формі будь-якої штучної мови (математики, кібернетики, хімії тощо) та забезпечення можливості дослідження різних об'єктів і їх властивостей через формальне дослідження відповідних знаків.

Наприклад, для автоматизації проектування певного процесу за допомогою комп'ютера необхідно здійснити його формалізацію, тобто, замінити (перетворити) змістовні речення формулами.

Формалізація забезпечує можливість створення універсальних алгоритмів і програм відносно форми та розмірів об'єктів процесу, характеру процесу тощо. Форма утворення процесу та його складових елементів подається за допомогою апарата математичної логіки; зміст процесу, що характеризується низкою властивостей його об'єктів, може бути виражений засобами теорії множин, а якісні відношення описуються кількісними залежностями за допомогою логічних функцій.

Аксиоматичний метод – спосіб побудови наукової теорії, за яким деякі твердження (аксіоми) приймаються без доказів і потім використовуються для отримання решти знань за певними логічними правилами. Загальновідомою, наприклад, є аксіома про паралельні прями, яка прийнята в геометрії без доведення.

Аналогія – метод наукового пізнання, завдяки якому досягається знання про предмети і явища на основі того, що вони подібні до інших. Ступінь вірогідності (достовірності) уявлень про аналогії залежить від кількості подібних ознак у порівнюваних явищах (чим їх більше, тим більшу достовірність має висновок, і вона збільшується, коли зв'язок вивідної ознаки з якою-небудь іншою ознакою відомий більш-менш точно).

Одним із прикладів застосування аналогії в техніці може слугувати проведення паралелі між генетичною спадковістю живих організмів і впливів параметрів попередніх методів обробки на якість поверхні.

Аналогія тісно пов'язана з моделюванням або модельним експериментом. Якщо звичайний експеримент безпосередньо взаємодіє з

об'єктом дослідження, то у моделюванні такої взаємодії немає, тому що експеримент проводиться не з самим об'єктом, а з його заміником, наприклад, в аналоговій обчислювальній машині дія основана на аналогії диференціальних рівнянь, що описують як властивості досліджуваного об'єкта, так і електронної моделі.

Відзначимо, що якщо деяка причина викликала те або інше явище, то природно чекати, що і наступного разу подібне явище буде викликане такою ж або подібною причинами.

Якщо під час проведення аналогії виявиться, що вона можлива або досить часто зустрічається, то цим самим виявиться те, що ми маємо справу не просто з подібними, а й з однаковими за природою, тобто, зі спорідненими, явищами, а подібне відкриття завжди є цінним для науки.

Аналогії небезпечні тільки тоді, коли дослідники не задумуються про те, де починаються відмінності, і тому не вміють вчасно зупинитися, щоб не переступити меж їх застосування.

Пошуки обставин, що викликають розбіжності, можуть бути корисними, оскільки краще пояснюють явище, націлюючи думку на першій стадії за подібністю, а на другій – за відмінностями.

Розуму властиво розрізняти, усвідомлювати, тобто, зв'язувати причини та наслідки, давати відповідь на питання „чому”, виявляти випадкове, знаходити закономірне, встановлювати узгодженість нових властивостей з новими умовами, знаходити у ланцюгу того, що відбувається, початки і закінчення.

Ж. Фабр

Вивчаючи теорію електромагнітних явищ, переклавши на математичну мову диференціальних рівнянь принципи Фарадея, Максвелл помітив вражаючу аналогію між математичною теорією електроструму і такою ж теорією світла.

Скептик міг би пройти повз цю аналогію, не звернувши на неї ніякої уваги. Він міг би сказати, що ця аналогія випадкова, що вона залежить не від фізичної подібності явищ світла і струму, а лише від аналогічних прийомів математичного дослідження в обох випадках.

Максвеллу аналогія двох математичних схем дала віру в обов'язкову необхідність існування зв'язку самих явищ природи, що вивчаються. Своє відкриття він зробив, не розв'язуючи диференціальних рівнянь, а лише порівнюючи зовнішній вигляд формул електрики і світла.

Аналогіями користуються не лише для пошуку та відкриття нових явищ, але і для тлумачення менш відомих явищ за допомогою більш звичних.

Серед теоретичних методів дослідження особливе місце відводиться прийомам із теорії логіки роздумів. Зокрема, при формуванні або аналізі наукових текстів часто використовуються логічні закони: закон тотожності, закон протиріччя, закон виключення третього і закон достатності.

Згідно **закону тотожності** предмет думки (мислення) у межах одного міркування повинен залишатися незмінним. Це значить, що в ході повідомлення всі поняття і роздуми повинні мати однозначний характер, що виключає двозначність і невизначеність. В будь-якому тексті ми маємо справу не з „чистою” думкою, а з єдністю її змісту і словесної форми.

В той же час зовнішньо однакові словесні конструкції можуть мати різний зміст (**омонімія**) і, навпаки, одна і та ж думка може бути виражена по-різному (**синонімія**). Перше допускає неправомірне ототожнення об'єктивно різного, а друге – помилкове розрізнення тотожного.

Найбільш розповсюджена логічна помилка в науковому тексті – підміна понять. Підміна поняття означає підміну предмета опису. Опис у цьому випадку буде відноситися до різних предметів, хоча вони будуть помилково прийматися за один предмет.

Закон протиріччя говорить: „Невірно, що **A** і **не A** одночасно істинні”. Свідоме використання закону протиріччя у науковій роботі допомагає знайти і знешкодити протиріччя та пояснення фактам і явищам, виробити критичне відношення до будь-яких неточностей і непослідовностей у повідомленні наукової інформації.

Закон протиріччя звичайно використовується в доведеннях: якщо встановлено, що одне з протилежних міркувань істинне, то з цього випливає,

що друге міркування хибне. Підозра у протилежності є надзвичайно сильним аргументом проти будь-яких міркувань.

Але цей закон не діє, якщо ми що-небудь стверджуємо і це ж заперечуємо відносно одного і того ж предмета, який розглядається в різний час або в різному відношенні (з точки зору різних вимог).

Закон виключення третього стверджує, що з двох протилежних міркувань одне з них хибне, а інше істинне. Третього не дано.

Важливість дотримання цього закону для науковців полягає у тому, що він вимагає чітких, визначених відповідей, вказуючи на неможливість відшукання дечого середнього між твердженням про що-небудь і запереченням цього ж самого.

Закон достатності: всяка істинна думка має достатнє підґрунтя. Тобто, всяке міркування повинно бути обґрунтоване. Цей закон допомагає відділити істинне від хибного і прийти до вірного висновку.

Значна частина наукової інформації має характер міркувань, виведених із інших міркувань. Логічним засобом отримання таких підсумкових знань є умовивід, тобто, уявна операція, через посередництво якої з деякої кількості заданих суджень виводиться інше судження, певним чином пов'язане з вихідним. При цьому всі умовиводи можна кваліфікувати як індуктивні та дедуктивні.

Індукція – це процес судження, котрий досягає висновку, що при наявному стані знань є напевно істинний, але не гарантує його.

Дедукція – процес виведення висновку, що гарантовано слідує, якщо вихідні припущення істинні та висновок на їх підставі є чинним.

Дедукція та індукція – методи пізнання, які широко використовують часткові методи формальної логіки. Це методи єдиної подібності (передбачається, що єдина подібна обставина є причиною явища, яке розглядається нами), супутніх змін (зміна одного явища призводить до зміни другого, тому що обидва ці явища знаходяться у причинному зв'язку),

залишків (якщо відомо, що деякі сукупності певних обставин є причиною частини явищ, то залишок цього явища викликається рештою обставин).

Особливо характерними дедукціями є логічні переходи від загального знання до часткового. В усіх випадках, коли вимагається розглянути якесь явище на основі вже відомого загального принципу та зробити по відношенню до цього явища необхідний висновок, ми звертаємось до умовиводу у формі дедукції.

(„Всі люди смертні. Сократ – людина, отже, Сократ смертний”).

Думки, що ведуть від знання про частину предметів до загального знання про всі предмети певного класу, – це типові індукції, оскільки завжди залишається імовірність того, що узагальнення виявиться поспішним і необґрунтованим.

(„Сократ – філософ. Аристотель – філософ. Значить, усі люди – філософи”).

Змістом дедукції як методу пізнання є використання загальних наукових положень при дослідженні конкретних явищ. Індукція – сукупність пізнавальних операцій, внаслідок яких здійснюється плин думки від менш загальних положень до положень більш загальних. Різниця між індукцією та дедукцією у прямо протилежних напрямках ходу думки.

Узагальнюючи емпіричний матеріал, що поступово накопичується, індукція здійснює підготовку ґрунту для висування передбачень про причини досліджуваних явищ, а дедукція, теоретично обґрунтовуючи отримані індуктивним шляхом висновки, знімає їх гіпотетичний характер і перетворює в достовірне знання.

Гіпотетичний метод пізнання передбачає розробку наукової гіпотези на основі вивчення фізичної, хімічної, біологічної, соціальної тощо сутності досліджуваного явища за допомогою описаних вище способів пізнання і потім – формулювання гіпотези, складання схеми алгоритму (моделі), її вивчення, аналіз, розробку теоретичних положень.

При гіпотетичному методі пізнання дослідник часто застосовує ідеалізацію – уявне конструювання об'єктів, які практично нездійсненні (наприклад: ідеальний газ, абсолютно тверде тіло, абсолютно гармонійне суспільство тощо). Внаслідок ідеалізації реальні об'єкти позбуваються деяких властивих їм характеристик і набувають гіпотетичних властивостей.

В соціально-економічних і гуманітарних науках (а також і в технічних, природничих та ін.) часто використовують **історичний метод** пізнання.

Цей метод передбачає дослідження виникнення, формування та розвитку об'єктів у хронологічній послідовності, внаслідок чого дослідник отримує додаткові знання про об'єкт або явище, які вивчаються у процесі їх розвитку.

2.5. Роль класифікації у наукових дослідженнях

*Першочергова мета науки –
упорядкування та спрощення.*
Г. Сельє

Важлива роль у теоретичних побудовах і проведенні експериментальних досліджень належить класифікації. Це найдавніший і найпростіший науковий метод. Процес класифікації служить передумовою розробки теоретичних конструкцій, яким властива складна процедура визначення причинно-наслідкових відношень, що поєднують об'єкти, які класифікуються.

Важливо вміти пізнавати клас об'єктів, що стоять за окремим об'єктом. Визначити деякий клас об'єктів – це значить відшукати такі суттєві та загальні для всіх елементів характеристики, що визначають цей клас елементів.

Таким чином, класифікація – це виявлення тих менших елементів, що входять до складу більшого елемента (того самого класу).

Всі класифікації ґрунтуються на знаходженні того або іншого порядку.

Наука займається не окремими об'єктами як такими, а узагальненнями, тобто, класами і тими законами, у відповідності до яких упорядковуються об'єкти, що утворюють класи.

Тому класифікація являє собою фундаментальний процес. Це, як правило, перший крок у розвитку відповідної наукової області. Найкраща теорія класифікації – та, що об'єднує найбільшу кількість фактів самим простим із можливих способів.

Класифікація надає науковій роботі певну стрункість. Загальні **вимоги до класифікації** є такими:

1. Кожна класифікація може проводитися тільки на одній основі. Пропонуючи яку-небудь класифікацію, одразу необхідно уточнити, на якій основі вона вводиться в обіг. Основа класифікації – це ознака, що дає можливість розділити всю сукупність об'єктів на види (частини цієї сукупності). Основа поділу в класифікації являє собою окрему ознаку або сукупність ознак, варіації яких дозволяють провести різницю між видами предметів, мислимих у подільному понятті.

Найпоширеніша помилка при створенні класифікації – це зміна основи на одному з чергових етапів поділу.

2. Кожен об'єкт може попадати лише в один підклас.

3. Фігуранти класифікації повинні взаємно виключати один одного. Згідно цій вимозі кожен окремий предмет повинен знаходитися в об'ємі інших видів. Не можна, наприклад, розбивати всі цілі числа на такі класи: числа, кратні 2; числа, кратні 3; числа, кратні 5 і т. д. Ці класи перетинаються, зокрема, число 10 попадає і в перший, і в третій класи, а число 6 – і в перший, і в другий.

4. Поділ на підкласи повинен бути безперервним, тобто, необхідно брати найближчий підклас і не перескакувати у більш віддалений підклас. При поділі необхідно переходити від вихідного поняття до видів одного порядку, але не до підвидів одного з таких видів.

Наприклад: державний устрій є демократичним, монархічним тощо, але не конституційно-монархічним, тому що конституційна монархія – це різновид монархії.

Іноді намагання конкретизувати класифікацію та зробити її більш жорсткою ускладнює основний поділ.

У популярній на початку ХХ ст. книзі „Великі люди” [4] відомий організатор науки В. Оствальд, в залежності від того, до якого з полюсів вони тяжіють за темпераментом, поділив усіх видатних учених на типи. Кожен учений виявився певною мірою або „класиком”, або „романтиком”.

Пізніше почали відрізняти чотири полюси, за якими визначали типи вчених: або „дослідник-одиначка”, або „вчитель”, або „винахідник”, або „організатор”.

Деякі дослідники науки пропонували навіть 8 полюсів: *фанатик, піонер, діагност, ерудит, технік, естет, методолог, незалежний* [5].

В цьому прикладі зростаюча деталізація надає класифікації штучності і надуманості: чим конкретнішою вона стає, тим важче вдається застосувати її до реальних представників науки.

Блискучим прикладом наукової класифікації є періодична система елементів Д.І. Менделєєва, що фіксує закономірні зв'язки між хімічними елементами і визначає місце кожного з них в єдиній таблиці. Вона дозволила здійснювати прогнози відносно ще невідомих елементів.

Класифікація – особливий тип поділу поняття, що являє собою систему підпорядкованих і залежних понять, які відображають поділ предметів на класи за найсуттєвішими ознаками.

Ми вже знаємо основні логічні правила поділу:

- а) поділ повинен бути співрозмірним;
- б) у кожному акті поділу необхідно застосовувати лише одну основу;
- в) члени поділу повинні взаємно виключати один одного;
- г) поділ повинен бути послідовним.

Класифікація може бути *ієрархічною* або *матричною* (фасеточною).

Матричні класифікації створюються при виділенні більше однієї рівнозначної ознаки. Взагалі в класифікації предметна область ділиться за двома-трьома суттєвими ознаками.

При цьому бажано забезпечити якомога більше охоплення предметної області, що підлягає систематизації, її видимість і наочність.

Звичайно, при побудові класифікацій необхідно намагатися досягти логічної довершеності, але не потрібно поспішно відкидати все, що уявляється логічно не зовсім досконалим.

Іноді замість стрункого, що відповідає всім вимогам, поділу використовується просте групування предметів, які нас цікавлять. Воно може повністю відповідати поставленій практичній меті.

2.6. Послідовність проведення наукового дослідження

Учіться без напруги, легко та просто розв'язуючи поставлені задачі.

Н. Енкельманн

Наукове дослідження являє собою трудомісткий і складний процес, який вимагає поєднання максимального напруження всієї енергії людини, її думок і дій при творчому, натхненному відношенні до своєї роботи.

Не дивлячись на те, що в науці відомі випадкові відкриття, розвиток ідеї до стадії вирішення задачі звичайно відбувається як плановий процес наукового пізнання. Тільки планове, добре оснащене сучасними засобами наукове дослідження дозволяє розкрити і глибоко пізнати об'єктивні закономірності у природі.

Загальну послідовність проведення наукового дослідження можна подати у наступному вигляді:

1. Виявлення потреби в науковому дослідженні.
2. Постановка мети і конкретних задач дослідження.

3. Визначення об'єкта і предмета дослідження.
4. Вибір методу (методики) проведення дослідження.
5. Опис процесу дослідження.
6. Документування результатів досліджень і зберігання вихідних матеріалів.
7. Обговорення результатів дослідження.
8. Формулювання висновків і оцінка отриманих результатів.

Є правила для вибору рішення, але немає правила для вибору цих правил.

*Із книги: **Фізики продовжають шутити**: Сб. пер. / Под общ. ред. В. Турчина. – М.: Мир, 1968. – 320 с. – 172 с.*

Особливо важливо для дослідників-початківців навчитися виявляти наукову проблему та обґрунтовано визначати мету і задачі дослідження.

У найзагальнішому випадку **постановка задач наукового дослідження містить:**

1. Виявлення потреби у вирішенні конкретної наукової задачі, тобто, потреби в зміні існуючої ситуації, у новому науковому знанні. Це може бути виконано на рівні формулювання адміністративного, суспільного або технічного протиріччя, коли відоме не дозволяє досягти бажаного ефекту. Після ретельного огляду літератури вченому необхідно будувати план розгортання повноцінного наукового дослідження для отримання оригінального рішення.

Визначення потреби у проведенні наукового дослідження не вимагається, якщо предмет вивчення вже є відомим і загальнодоступним.

2. Визначення та ранжирування мети наукового дослідження. Мета – це продукт потреби. Тому чітко сформульована потреба багато в чому визначає мету. Продукти людської діяльності все більше пов'язуються з наукою. Але вони цікавлять людину з точки зору практичного результату, а не за кількістю та якістю отриманих знань.

Нове знання, отримане за допомогою наукових досліджень – ось основна мета будь-якого дослідження.

Створення наукової теорії – найбажаніша мрія кожного вченого і мета його наукової праці. При проведенні дослідження основна мета розпадається на підцілі, що впливають з неї та мають практичну цінність, утворюючи в сукупності наукову працю. Підцілі необхідно вірно розставити на свої місця, – цим досягається ранжирування цілей і певна послідовність наукового пошуку.

3. Систематизація предметної області дослідження. Системність може бути досягнута через складання класифікації об'єктів дослідження. Класифікація не тільки робить дослідження системним, але й точно визначає ту наукову нішу, розробленням якої займається вчений.

4. Визначення умов і обмежень. Це дозволяє наблизити до реальності вирішення наукової задачі. Обмеження можуть бути в часі, матеріальні, інформаційні тощо. При цьому можна виявити особливості, які будуть відрізняти від інших розроблену концепцію, методологію, структуру, технологію, конструкцію тощо.

5. Визначення задач наукового дослідження. На цьому етапі дається формулювання задач наукового дослідження при деяких вихідних даних, обмеженнях і умовах у просторі та часі, матеріальних засобах, енергії та інформації. Саме обмеження, умови, вихідні дані перетворюють фантастичний проект у наукову задачу. Декілька сформульованих задач пов'язують з: різними аспектами загальної проблеми, необхідністю розвитку теоретичних положень, проведенням досліджень, розробленням нових методів перевірок і контролю, формулюванням рекомендацій із застосування нових знань.

Відомий вчений І.П. Павлов так описував важкий процес наукового дослідження, особливо відмічаючи роль фактів у науці: „Привчіть себе до стриманості і терпіння. Навчіться робити чорнову роботу в науці. Вивчайте, зіставляйте, накопичуйте факти. Яким досконалим не є крило птаха, воно ніколи не змогло б підняти його вгору, не опираючись на повітря.

Факти – це повітря вченого. Без них ви ніколи не зможете злетіти. Без них ваші теорії – пусті потуги. Вивчаючи, експериментуючи, спостерігаючи, намагайтесь не залишитися на поверхні фактів. Спробуйте проникнути в таємницю їх появи. Наполегливо шукайте закони, що ними керують” [6].

6. Документування результатів досліджень та зберігання вихідних матеріалів. Принцип виваженого скептицизму (див. розд. 5) вимагає дбайливого збереження наукових матеріалів для можливої їх повторної перевірки. Ваші наукові дослідження, експерименти і числові дані можуть бути відтворені або реконструйовані тільки в тому випадку, якщо доступні всі найважливіші етапи роботи.

Тому необхідне складання повних і точних звітів про свою роботу, які слід зберігати на випадок виникнення сумнівів з приводу опублікованих результатів і для можливої передачі інформації. Ще одна причина, внаслідок якої необхідно зберігати матеріали досліджень, полягає в тому, що будь-яка інформація – це загальне надбання (принцип відвертості наукових результатів). Необхідно зберігати лабораторні журнали із записами про структуру і результати експериментів, бланки лабораторних описів, відноситися до них, як до документів суворої звітності. Необхідно зберігати робочі таблиці вихідних даних в електронному вигляді і не забувати робити до них докладні та вичерпні коментарі, а також резервні копії файлів. Після завершення роботи перед дослідником нерідко встає питання: „Що робити із зібраним матеріалом”?

По-перше, лабораторні журнали забезпечують науковість будь-якого дослідження, оскільки це його об’єктивна складова, яка дозволяє повторити роботу і провести верифікацію одержаних у процесі дослідження даних.

По-друге, в ході інших досліджень з лабораторних журналів може бути почерпнута наукова інформація, що міститься в них.

По-третє, з’являються нові методи дослідження, які можуть бути використані для вивчення старих результатів експериментів.