

**Міністерство науки і освіти України
Харківський національний університет
ім. В.Н. Каразіна**

Суярко В.Г.

**Історія та методологія геологічних наук
(навчальний посібник)**

**Харків
2005р.**

Зміст

Передмова.....	4
Вступ	5
Модуль 1. Загальнонаукові поняття	
1.1. Наука як область людської діяльності.....	6
1.2. Структура наукової діяльності.....	8
1.3. Терміни і поняття у геології та гідрогеології.....	11
Модуль 2. Історія та структура гідрогеології як науки	
2.1. Історія розвитку гідрогеології.....	16
2.2. Структура геологічного знання як методологічна проблема у гідрогеології.....	23
Модуль 3. Філософські основи геологічних наук	
3.1. Геологічна форма руху матерії та її специфіка.....	30
3.2. Діалектика геологічних процесів (у літосфері та гідросфері).....	34
3.3. Час у геології.....	38
3.4. Про характер закономірностей у геології та гідрогеології.....	41
Модуль 4. Методологія геологічних наук	
4.1. Взаємозв'язок структурного, генетичного і системного підходів у геологічних (гідрогеологічних) дослідженнях.....	43
4.2. Будова геологічного знання	47
4.3. Геологічне (гідрогеологічне) картування як основний метод дослідження земної кори.....	51
4.4. Загальна методологія наукової творчості.....	56
Література.....	62

Передмова

Ми живемо в період науково-технічної революції, який характеризується розвитком інформаційних технологій і переходом до формування постіндустріального суспільства. Завдяки колосальному зростанню виробничих сил, збільшується роль науки, яка прокладає нові шляхи для розвитку виробництва. Все це стосується також і геології, однією з гілок якої є гідрогеологія. У гідрогеологічній науці відбувається не лише постійне розширення сфери її застосування, а й вдосконалення методологічної бази вивчення підземних вод. На протязі відносно короткого періоду сформувалися принципово нові напрямки гідрогеологічних досліджень (гідрогеохімічні пошуки корисних копалин, гідрогеохімічна екологія, космічна гідрогеологія та ін.), які потребують специфічних підходів у методиці досліджень. Оскільки така тенденція не лише зберігається, а і постійно посилюється, фахівцям - гідрогеологам необхідно знати як історію становлення та розвитку гідрогеологічної науки, так і основні принципи її методології.

Посібник дає уявлення про формування наукового процесу і висвітлює ключові моменти роботи над дисертацією. Все це, на думку упорядника, надасть можливість молодим спеціалістам впевненіше робити перші кроки на шляху гідрогеолога - дослідника. Саме бажання розкрити сутність наукової творчості і спонукало до укладання цього учбового посібника, який допоможе студентам геолого – географічного факультету ХНУ ім. В.Н. Каразіна засвоїти предмет „Історія та методологія геологічних наук”.

Автор складає подяку студентам Т.Алексєєвій та І.Шариповій за допомогу у оформленні цього навчального посібника.

Доктор геолого – мінералогічних
наук, професор кафедри
гідрогеології ГГФ

В.Г. Суярко

Вступ

Курс моїх лекцій присвячений як історії виникнення та розвитку гідрогеології, так і ключовим проблемам її методології. Ми з Вами проаналізуємо зв'язки гідрогеології з іншими науками геологічного циклу: мінералогією та петрографією, геохімією та геофізикою, літологією та геотектонікою ті т. ін., визначивши її місце в системі геологічних знань.

Метою курсу є вироблення у студентів-гідрогеологів, що здобувають кваліфікацію магістра, навичок отримання і самостійної оцінки наукових знань - незалежно від того, де вони працюватимуть – на виробництві чи в наукових закладах. Студенти зможуть побачити за якими правилами створюються наукові і, зокрема, теоретичні знання (до цього часу їм викладали ці знання у готовому вигляді).

В процесі знайомства з предметом студенти зможуть засвоїти такі методологічні питання, як логічна структура геологічних (гідрогеологічних) знань, специфіка опису та пояснення, впровадження у гідрогеологічній галузі математичних методів, формалізація категоріального базису науки, роль аналогії і моделювання, а також структурний, генетичний та системний підходи у геологічних та гідрогеологічних дослідженнях.

Весь курс ґрунтується на знаннях, отриманих студентами в процесі вивчення спеціальних та загальнонаукових дисциплін на протязі усіх попередніх років.

Модуль 1. Загальнонаукові поняття

1.1. Наука, як область людської діяльності

Наука – одна з форм суспільної свідомості, що дає об'єктивне відображення світу; система знань про закони розвитку природи і суспільства. Предметом кожної окремої науки є **певна форма руху матерії** або сукупність цих форм. Відповідно до цього всі галузі знань поділяються на основні групи: **природничі** (фізико – математичні, хімічні, біологічні, геолого – географічні та ін.), тісно пов'язані з ними **технічні** і **суспільні** (філософія, політекономія, історія, право, літературознавство, мистецтвознавство та ін..) **науки**.

Кожна наука включає в себе нагромаджений протягом тривалого розвитку пізнавальної діяльності людства фактичний досвідний матеріал, встановлені закони та теорії, гіпотези, методи дослідження, загальнофілософські, методологічні висновки, до яких неминуче приходять наука у вільному розвитку. Серед них особливе місце посідає метод, яким користується наука для пізнання свого предмета. Єдино науковим методом є діалектичний, який не підмінюючи специфічних методів пізнання в окремих науках, озброює їх загальною методологією наукового дослідження, єдино правильною теорією пізнання.

Наука має свої особливості, що відрізняють її від інших форм суспільної свідомості. Вона дає об'єктивно істинне знання явищ дійсності, яке ґрунтується на вірогідних доказах і перевіряється суспільно – історичною практикою людства. Наука виступає як **основний вид пізнання дійсності**, прагне виявити спільне в явищах, сформулювати встановлені закономірності. Головне завдання кожної науки полягає у відкритті **законів** дійсності. Проте наука не є сумою законів, вона являє собою певне логічне ціле, загальний підсумок досягнутого на даний час.

Спосіб, прийом або система прийомів для досягнення наукової мети називається **методом** (грецьке – *методос* – спосіб викладення). Таким чином, метод – є способом пізнання дійсності. Звідки **методологія** – вчення про науковий метод пізнання і перетворення світу, його філософська, теоретична основа; система принципів підходу до вивчення явищ об'єктивної дійсності. Інакше кажучи, **методологія** є сукупністю прийомів дослідження, що застосовуються у будь - якій науці відповідно до специфіки об'єктів її пізнання.

По суті **метод** є певною послідовністю операцій, **алгоритм** (від латинізованого імені узбецького вченого аль - Хорезмі), що являє собою систему правил виконання обчислювального процесу, який обов'язково призводить до розв'язання певного класу задач після скінченого числа операцій. Наприклад, алгоритмом є правила виконання чотирьох арифметичних дій з цілими числами. Поняття алгоритмізації процесу ґрунтується на побудові алгоритму, виконання якого реалізує даний процес. Алгоритмізація потрібна, наприклад, при моделюванні різних геологічних процесів: мінералоутворення, випадіння хімічних елементів і сполук з водних розчинів і т.ін.

Наукове пізнання світу суттєво відрізняється від інших форм відображення дійсності. Як вже згадувалося, загальним методом, відповідним сучасній науці, є

діалектика; особливими методами є *спостереження, індукція і дедукція, аналогія, формалізація, математизація науки* тощо. Існують також окремі методи, пов'язані з певними галузями науки – геологією, фізикою, хімією, біологією та ін.

Основою будь – якої науки є *наукові принципи* (від лат. *principium* – основа) – вихідні положення вчення, теорії або системи усталених поглядів на те чи інше питання. За своїм змістом це основні керівні постулати, що визначають зміст, методи і форми наукових досліджень відповідно до мети і завдання, які поставлені перед дослідником.

Окрім наукових принципів існує поняття *аксіоми* (грец.- значуще, гідне, прийнятне положення) – твердження певної теорії, що при її дедуктивній побудові приймається як вихідне, таке, що кладеться в основу доведень інших тверджень цієї теорії. Звичайно за аксіому вибирають такі твердження теорії, про які наперед відомо – внаслідок їхньої простоти і очевидності, - що вони істинні. Наприклад: пористість – фактор водонасиченості гірських порід.

Наукові дослідження ґрунтуються на законах. *Закон* – філософська категорія яка відображає необхідне, істотне, стійке, повторюване, загальне для даної галузі науки відношення між явищами об'єктивної дійсності. Закон виражає певний порядок причинного, необхідного і стійкого зв'язку між явищами і властивостями матеріальних об'єктів, коли зміна одних явищ спричиняє певну зміну інших. З категорією закону тісно пов'язана категорія *закономірності*, яка означає, насамперед, певну впорядкованість подій, відносну послідовність, сталість головних детермінуючих факторів, регулярність зв'язку між речами. По суті закономірність є сукупністю дії багатьох законів і виражає систему істотних, необхідних, загальних відношень, кожне з яких становить окремий закон.

Результатом наукової діяльності є наукові теорії і гіпотези. *Наукова теорія* (від грец.- розгляд, дослідження) у широкому розумінні є системою понять і уявлень про дійсність, що створюється в процесі пізнавальної діяльності людини. У вузькому розумінні – система вірогідних наукових знань про певну сукупність об'єктів, яка описує, пояснює і передбачає явища окремої предметної галузі. Теорія є найрозвинутішою і найдосконалішою формою наукового відображення дійсності. В процесі пізнання теорія виступає як система понять, висловлювань і т.ін., зведених до єдиного об'єднуючого начала. Від інших форм відображення дійсності (абстракції, гіпотези, тощо) теорія відрізняється багатьма ознаками і насамперед будовою та пізнавальними функціями. Вихідні твердження теорії називаються принципами, постулатами або аксіомами. Теорія виникає, як правило, на основі *гіпотези* на базі узагальнення наукових фактів. Гіпотеза переростає в теорію внаслідок перевірки її за допомогою досліджень, спостереження, тощо. Остаточним критерієм істинності теорій є суспільно – історична практика.

1.2. Структура наукової діяльності

Наукова діяльність має структурний характер. Структура (лат. – будова, розміщення, порядок) - визначається різноманітністю підходів у вивченні явищ об'єктивного світу. Вона полягає у пошуках закономірного зв'язку між складовими частинами предметів і подій, мислення та пізнання. Результати наукової діяльності використовуються у практиці на протязі всієї історії розвитку людської цивілізації. Характер поєднання науки з виробництвом залежить від соціально – економічних умов. Тенденцією загального розвитку науки є те, що вона поступово все більше перетворювалася на безпосередньо продуктивну силу. Зараз, в умовах науково – технічної революції, наука стає вирішальним фактором інтенсифікації суспільного виробництва. Для сучасної науки характерними є випереджаючі темпи розвитку порівняно з розвитком техніки і виробництва, збільшення обсягів наукової діяльності, зростання зайнятості населення в сфері науки, скорочення розриву між дослідженнями і практичною реалізацією їх результатів.

Наукове пізнання світу суттєво відрізняється від інших форм відображення дійсності. Загальним, універсальним методом, відповідним сучасній науці, як уже згадувалося, є **діалектика**, а спеціальними, особливими методами досліджень є **індукція** і **дедукція**.

Індукція – (лат. *inductio* - наведення) – форма висновку, де на підставі знання про окреме робиться висновок про загальне. Це спосіб міркування, за допомогою якого встановлюється обґрунтованість висунутого припущення чи гіпотези.

Дедукція – (лат. *deductio* - виведення) – перехід від загального до окремого - одна з форм висновку, при якій на основі загального правила логічним шляхом з одних положень як істинних за необхідністю виводиться нове істинне положення. Окремий випадок – метод актуалізму в геології, який є основою аналізу більшості геологічних досліджень. У гідрогеології це, наприклад, питання про циклічні зміни гідродинамічного режиму у водоносних горизонтах та комплексах.

В науці розрізняються **емпіричні** і **теоретичні** знання. Що ж це таке? Емпіричне і теоретичне – два основні, пов'язані між собою види знання, якісно відмінні за змістом і формою відображення об'єктивної реальності. **Емпіричне** відображає дійсність з боку її зовнішніх зв'язків і відношень, фіксує зовнішні прояви процесів і подій, включає в себе все те, що є доступним живому спостереженню. **Теоретичне** – виходить з емпіричного, систематизує наявний матеріал, керуючись принципами внутрішнього зв'язку і закономірностей руху.

Звідки – **емпіричний** і **теоретичний** рівні знання – категорії, якими позначають відносно самостійні рівні пізнавального процесу. Емпіричний рівень дає знання закономірних зв'язків і відношень, які виявляються через аналіз безпосередніх даних спостереження, описування і експерименту. Емпіричні знання спираються на емпіричні факти і співвідношення, дані спостереження, показання приладів, результати аналізів, що записані, зведені в таблицю чи показані графічно.

Теоретичне знання має загальний характер і містить відомості про внутрішні закономірності явищ, що спостерігаються. Теоретичне знання включає систему понять, суджень, абстракцій, часткові і загальні теорії, воно є головною частиною наукового знання. Тенденція до подальшої теоретизації сучасного природознавства аж ніяк не означає, що емпіричне знання витісняється теоретичним, або що з теоретизацією емпіричне знання втрачає значення для розвитку пізнання.

Розрізняють **прикладні** і **фундаментальні науки**. До прикладних відносять всі наукові галузі, що так або інакше пов'язані з виробництвом. А до фундаментальних належать такі науки, що пояснюють загальні для різних природних систем явища. Якщо до перших можна віднести більшість геологічних наук, включно з гідрогеологією, то до фундаментальних належать фізика, математика, хімія тобто науки, за законами яких відбувається еволюція природи. Але це не означає, що, скажімо, геологічні науки є суто прикладними. У багатьох, і перш за все природничих науках (включно з геологічними) є проблеми, які мають фундаментальний характер (наприклад процеси формування хімічного складу, ресурсів і запасів природних вод у гідрогеології, процеси мінералоутворення та рудогенезу у мінералогії та петрографії, тощо). Розвиток прикладних наук ґрунтується на результатах фундаментальних досліджень. В свою чергу розв'язання окремих науково – прикладних задач може бути фрагментом вирішення глобальних, фундаментальних проблем. Таким чином, між прикладним і фундаментальним напрямками наукової діяльності існує досить міцний взаємозв'язок.

Теоретичні наукові знання займають провідне місце у науково – практичній геологічній діяльності. Бо природничі науки, до яких належать і геологічні, є однією з трьох основних галузей наукового знання (поряд з науками про суспільство та мислення). Предметом природничих наук (природознавства) є різні види матерії і форми їхнього руху, що існують в природі, їхні зв'язки і закономірності, основні форми буття. За змістом і методом вивчення явищ природи природознавство (до якого, зрозуміло, входять і геологічні науки) поділяється, як вже відмічалось, на **емпіричне і теоретичне**, а за характером свого об'єкта – на **неорганічне**, яке вивчає форми руху неживої природи (механічні, фізичні, хімічні, геологічні і т. ін.) і **органічне**, що досліджує явища життя. Цим визначається **внутрішня структура, класифікація** природничих наук. Виникнення і розвиток природознавства зумовлений потребами виробництва. Об'єктивні дані природничих (геологічних) наук є одним із засобів суспільного прогресу, оскільки застосування їх є могутнім фактором розвитку продуктивних сил суспільства. Пізнання природи, на відміну від суспільних наук не є безпосередньо явищем надбудовного характеру. Проте ідеологія через філософію проникає у природознавство і перетворює його на арену запеклої світоглядної боротьби (у геології боротьба між “плутоністами” і “нептуністами” – кінець 18 ст.; “фіксистами” і “мобілістами” – 20 ст.; у гідрогеології – між прихильниками інфільтраційної, седиментаційної і ювенільної теорії походження вод). Через всю історію природознавства проходить боротьба

матеріалізму та ідеалізму, діалектики і метафізики, наукового світогляду і релігії (як у випадку зі створенням Землі і людей).

Історія будь – якої природничої науки, включно з гідрогеологією, формується еволюційно – від безпосереднього спостереження за природою через аналітичне розчленування її, до відтворення всебічної, цілісної і конкретної картини природи на основі поєднання *аналізу і синтезу*.

Як ми вже визначилися, кожна *наука* має *певну методологію* – сукупність прийомів дослідження, що застосовуються в ній.

Розглянемо поняття *методології науки* більш конкретно. Розробка проблем методології науки виникає у зв'язку з необхідністю *усвідомлення наукою* своєї власної природи, принципів і методів, що лежать в основі пізнання дійсності та відтворення її в мисленні. Особливого значення проблеми методології науки набувають у зв'язку з її сучасним бурхливим розвитком, з тенденцією до вищого рівня узагальнення, коли стає дедалі складніше простежити безпосередній зв'язок між емпіричними фактами та їхнім теоретичним осмисленням. Виникає необхідність усвідомити як метод дослідження, так і основні положення та закономірності розвитку теорій, що відображається в прагненні до створення метатеорій (глобалізації теорій). Як ми з Вами вже знаємо, загальною методологією всіх конкретних наук є *діалектичний матеріалізм*, який розв'язує питання про природу методів і основоположень конкретних наук.

Розв'язуючи питання про *співвідношення законів мислення і законів буття*, діалектичний матеріалізм стверджує об'єктивність змісту людського мислення. Мислення приходить до *істини* внаслідок того, що воно підлягає тим самим законам, що й об'єкт. Вивчаючи закони розвитку об'єктивної дійсності, діалектичний матеріалізм одночасно є логікою пізнання, логікою побудови наукових теорій. Всі категорії діалектичного матеріалізму включають у свій зміст розв'язання питання про відношення мислення до буття. Тому, щодо конкретних наук, категорії діалектичного матеріалізму виступають як світоглядно – методологічні.

І на останок детально розглянемо, що таке *наукова теорія*. У широкому розумінні це система понять і уявлень про дійсність, що створюється в процесі пізнавальної діяльності людини. Вона включає в себе всю сукупність абстрактних пізнавальних образів – уявлень, ідей, понять, концепцій тощо, які обслуговують практичну діяльність людей. Теорія, як така, діалектично протиставляється практиці як предметно – чуттєвій діяльності. Суть цього протиставлення відносна, оскільки наукова теорія виростає з практики і служить їй, а практика, в свою чергу, організується і спрямовується теорією.

У вузькому розумінні теорія – система вірогідних наукових знань про будь-яку сукупність об'єктів, яка описує, пояснює і передбачає явища певної предметної галузі. Саме у цьому розумінні ми і розглядатимемо наукові теорії, що існують у геології, гідрогеології та інших науках про Землю.

Теорія є формою систематизації наукових знань, способом описування об'єктивної дійсності та засобом пояснення її закономірностей. Теорія *має передбачати* нові явища, закономірності, тенденції розвитку, тощо.

Розрізняють різні типи теорій. За предметом їх поділяють на *математичні*, *фізичні*, *біологічні*, *геологічні*, за будовою – на *дедуктивні*, істинність тверджень яких встановлюється шляхом логічного висновку з вихідних даних, і *недедуктивні*, істинність тверджень яких доводять за допомогою аргументації фактами (дедуктивні теорії, що побудовані як логічне мислення, називаються *формалізованими*). За характером відношення до дійсності розрізняють теорії *змістові*, коли теорія є відображенням конкретної частини реальності і *формальні*, коли теорія виступає лише як форма, безпосередньо не пов'язана з тією чи іншою предметною галуззю.

1.3. Терміни і поняття у геології та гідрогеології

Важливе значення для адекватного розуміння наукових теорій, для правильного використання методологічного апарату, а головне – для однозначного осмислення результатів досліджень має *наукова термінологія*. Особливо це стосується геологічних наук, де питання термінології, що застосовується для мовного визначення одних і тих же явищ і процесів, може бути відмінним у різних дослідників. Приведення термінології у відповідність до конкретного значення слів є одним з напрямків сучасної методології.

Що ж таке термін? *Термін* – слово або словосполучення, що означає певне поняття якоїсь галузі науки. За її межами він втрачає своє значення і детермінується, тобто переходить у загальноживану лексику. Зрештою, це просто своєрідний символ або знак для висловлювання. При умові однозначності термін перетворюється в *поняття*. Кожен термін повинен мати лише *один смисл*, причому смисл і значення терміну – одне й те саме. Від терміну вимагається, щоб він однозначно відповідав поняттю, був коротким і зручним для зберігання та обробки інформації. Можна сказати також, що *термін – це загальна назва предметів, що об'єднані у якийсь клас за ознаками, суттєвими для конкретної мети досліджень*. Окремий предмет може носити своє власне ім'я (Лопань, Харківський університет та ін.) або мати своє особливе, неповторне визначення (ідіому). Сукупність однорідних предметів теж позначається терміном. У цьому відношенні термін – пряма протилежність ідіоми.

Предмети, що позначаються тим або іншим терміном, можуть бути як *матеріальними* (кристали, води, проби), так і *нематеріальними* (ідеї, проблеми, методи, помилки), як ті, що існують в дійсності, так і ті, що можуть існувати але чомусь не існують.

Кожен предмет має багато ознак, одні з яких ми кваліфікуємо, як *суттєві*, інші – як *несуттєві*. Думка про суттєві признаки предметів якогось класу як раз і є *поняттям*. Скороченим позначенням або заміником поняття слугує термін. Кожен термін має значення і смисл, а кожне поняття – об'єм і зміст. *Значенням* терміну є названі ним предмети певного класу, а *смислом* – викладена засобами мови інформація про них. З методологічної точки зору смисл терміна – це спосіб, яким відповідні предмети є заданими нам для визначення. Бажано, щоб кожен термін у межах відповідної предметної теорії

мав лише одне значення. Фактично ж він має і два , і три і більше значень. Наприклад, термін "фільтрація" означає: 1) проціджування, просочування рідин і газів через порувану фільтрувальну перетинку (середовище) під дією зовнішніх сил та капілярних явищ (осмосу); 2) пропускання або затримання фільтром коливань, струмів, часток речовин тощо.

Багатозначність (омонімічність) терміну не завжди недопустима. Вона є прийнятною у тих випадках, коли з контексту зрозуміло, яке саме значення мається на увазі. Синонімія теж є принципово допустимою, але встановлюється не завжди вірно і має важливе значення у термінології. Тому однією з задач науки як раз і є встановлення синонімічності різних виразів.

Кожний термін може мати *скільки завгодно смислів* в залежності від того, до якої теоретичної системи він входить, тобто в залежності від мети, з якою робиться його визначення і від контексту, в якому він приймає участь. **Неоднозначність** (полісемія та амфіболія) є недопустимими у одному і тому ж значенні, але у різних визначеннях одного і того ж терміна смисл невідмінно буде різним. І це цілком допустимо, якщо у кожній роботі при першій же згадці терміна робиться виноска, який саме смисл мається на увазі. Так, термін "мінералізація" можна вживати і для позначення процесів відкладення рудної речовини мінералоутворюючими розчинами, і як речовину, що була відкладена в результаті цього процесу, і як загальний ваговий вміст у воді розчинних мінеральних речовин. Значення ж цього терміну при його різних смислах одне й те ж саме - певні мінеральні частки у різних середовищах і формах знаходження.

Об'єм поняття - це число предметів, що мають ознаки, які складають зміст поняття, а **зміст поняття** - це перелік існуючих ознак, за якими предмети даного класу виділено з маси інших предметів і узагальнено у даному понятті.

Від термінів вимагається, щоб вони:

- 1) відповідали нормам даної мови і були однаковими у межах відповідної геологічної теорії;
- 2) були як можна коротшими;
- 3) супроводжувалися чітким визначенням.

Терміни, що не задовольняють наведеним вище вимогам, повинні бути заборонені.

Ми кажемо, що кожний термін повинен мати *своє визначення*. То що ж воно таке? Слово "визначення" має два значення: як певна логічна операція і як її результат, що виражається у формі якогось висловлювання. В одному випадку визначаються предмети, які складають певний клас, а у другому - терміни. У зв'язку з чим визначення розподіляються на реальні і номінальні.

У логіці є правила конструювання визначення як словесного висловлювання.

1. Правило предметності. У реальному визначенні суттєве говорить не про назву (ім'я) предмета, а про сам предмет. У номінальному визначенні суттєве розшифровує сенс терміну. Тобто говорить про те, який предмет, з якими якостями названий іменем, що фігурує в якості того, що визначається.

Приклад реального визначення: берил - силікат берилу і алюмінію, що має якусь будову і певні властивості. Приклад номінального визначення: "білий девон" - назва миколаївської світи верхнього девону (D_3^a) в зоні зчленування Донбасу з Приазовським кристалічним масивом.

2. Правило однозначності. У будь-якій науці (гідрогеологія, мінералогія, геохімія та ін.), що об'єднує багато теорій, кожне визначення повинно даватися лише одному визначаючому, тобто кожен смисл повинен бути пов'язаний лише з одним значенням, але не навпаки. У різних теоріях один і той же термін може отримати різні значення. Коротше кажучи, значення терміну буде одне й те саме, а смисл - різний, але, як вже згадувалося, будь-якому смислу відповідає одне і лише одне значення.

Порушення цього правила різноманітні. Так, геологи часто плутають слова "точність", "мінливість", "витриманість" і т.п.

3. Правило однозмістовності. У даній теорії одне (будь-яке) визначальне виражає лише одне поняття або один смисл. За межами даної теорії той же термін може мати інші визначення.

4. Правило якості. Визначальне повинне вміщувати лише такі терміни, котрі вже мають визначення.

Невелика кількість термінів може бути визначена через терміни, які не отримали логічно виведеного з фактів визначення у межах даної науки. Такі, наприклад, терміни: геологічне тіло, геологічний процес, геологічні дослідження. Визначити їх можна тільки аксіоматично, але на їхній базі можна побудувати визначення усіх термінів в геології.

5. Правило реалізуємості. Визначення предмету повинно будуватися лише на таких ознаках предмету, констатація котрих технічно є принципово можливою.

6. Правило природності мови. Геологічне визначення повинне робитися природною мовою. Тому визначення геологічних термінів, що зроблені на штучній (математичній, логічній або "кібернетичній") мові - недопустимі. Недоліки природної мови нівелюються позитивами (гнучкість, універсальність і т. ін.). У науковій мові не може зовсім не бути елементів штучності (у вигляді особливих термінів, знаків). Але у випадку, якщо таких елементів мало, мова називається природною. У цьому розумінні ми і кажемо про природність мови геологів ("геологічної" мови).

7. Правило наукового стилю. Стиль геологічного визначення, як мовної конструкції, повинен бути лише науковим, а не якимось іншим (художнім, публіцистичним та ін.). У зв'язку з цим у геологічному визначенні є забороненими риторичні фігури (інверсії, риторичні питання, замовчування і ін.), а також так звані тропи (метафори, метоніми, гіперболи, іронія та ін.), тавтологія і багатосмисленість у одному й тому ж визначенні.

Порушення хоча б одного з цих правил робить визначення логічно помилковим.

Окрім логічних у визначеннях мають місце і фактичні помилки. Так, картамишська світа P_1 колись визначалася, як "пермокарбон", хоча в дійсності це - нижня пермь (як було встановлено пізніше). Фактичні помилки пов'язані з

неповнотою досліджень, з недостатністю фактичних даних, з неточністю фіксації прикмет. Тому вони неминучі, але з розвитком науки поступово виправляються. У ряді випадків фактичні помилки стимулюють пошуки істини. Логічні ж помилки не є неминучими і до пошуків істини не ведуть. Вони лише заважають її досягненню.

Щоб завершити викладання деяких ідей теорії поняття, наведемо ще й визначення признака предмету.

Признак предмету - це наявність конкретного прояву будь-якого з наступних п'яти факторів: 1) властивості предмету; 2) якості предмету; 3) відношення предмету до інших предметів; 4) кількості будь-чого, пов'язаної з тією або іншою властивістю, якістю, відношенням предмету; 5) стану предмету.

Для того, щоб виявити помилки визначень геологічних термінів використаємо деякі положення логіки, за допомогою яких класифікуємо **логічно помилкові** геологічні визначення:

Сумбурні - такі, у яких немає ніякого, навіть хибного смислу, хоча кожне слово само по собі може бути осмисленим. Приклад: "Горизонтальна і вертикальна гідрогеохімічна зональність - напрямок зміни компонентного складу мінеральних вод або їхніх родовищ".

Абсурдні - такі, що мають хибний смисл. У них завжди закладено протиріччя. Приклад: "Цілком можливо, але мало вірогідно, що на даній площі буде знайдено родовище".

Невласні - визначення, у яких предмет характеризується лише негативними признаками. З такого визначення ми знаємо, чим предмет не є, але не знаємо, чим він є. Приклад: "Базис ерозії - поверхня, на рівні якої водний потік (річка, струмок) губить свою силу і нижче якої він не може поглибити своє ложе". Це визначення каже про те, що на певній, вочевидь, уявній, поверхні потік щось губить і щось не може зробити, а що він набуває і що у нього залишається - невідомо.

Тавтологічні - такі, у яких визначаюче слугує простим повторенням (тільки іншими словами) того, що мислиться у визначаючому.

Приклад: "Родовища мінеральних вод - це родовища, у яких спостерігається наявність мінеральних вод".

Метаморфічні - визначення, у яких суть предмету виражена через метафори. Антропоморфічні терміни, наприклад, молодість і старість рельєфу, структурний ніс, структурний лоб, голова пласту, хвіст пласту та ін., що грають роль метафор, можуть примірятися у визначальному лише в тому випадку, якщо вони мають конвекційне, спеціально обумовлене значення.

Приклад: "фація - це виявлена на основі петрографічних, палеонтологічних, геохімічних, структурних, текстурних та інших ознак картина, що вказує на фізико-хімічне накопичення осадків". Тобто, це картина, яка на щось вказує, але не відомо, що показує.

Помилкові визначення, як правило, вміщують не по одній, а по декілька помилок різних типів. У такому випадку кажуть про **визначення, що мають комбіновані помилки**. Унікальна колекція логічних помилок є у відомому

Геологічному словнику (1960 р.), хоча складали його високоавторитетні вчені. Всі ці помилки залежать лише від браку логіки у формулюванні словникових визначень (термінів і висловів). У цьому словнику слоїстістю є "неоднорідність осаdkу", а слоїстістю льоду - "чередування смуг прозорого і мутного льоду у льодовику". Текстуру визначено як "сукупність ознак будови породи", текстуру руд - як "саму будову руд", а текстуру вугілля - як "особливості просторового розподілу "складових частин" вугілля". Металоносність визначено як "присутність "рудних родовищ" у тих або інших районах або породах", рудоносність - як "присутність рудних утворень у гірських породах, товщах, районах", а вугленосність - як "сукупність даних про кількість пластів вугілля". Слово "присутність" у цих визначеннях є явно недоречним. Слід було сказати не "присутність", а "наявність". Перелік "породи, товщі, райони" - є нелогічними з огляду неоднорідності відповідних понять. Визначення вугленосності, як сукупності деяких даних - є абсурдними через те, що данні - це відомості про предмет, а не сам предмет. У тому ж словнику - тріщинуватість - "сукупність тріщин", складчастість - "сукупність складок", а слоїстість - "неоднорідність". Далі: річковий басейн - "площа, яку займає річка з усіма її притоками" (мається на увазі не площа водозбору, а площа водної поверхні річок, і це, безумовно, абсурд). Нафтоносна площа визначається, як "ділянка поверхні, у межах якої породи вміщують нафту". Нафтоносна провінція - як "порівняно крупна ділянка земної кори, що об'єднує декілька суміжних нафтоносних районів". А нафтоносний район - як "сукупність суміжних (лише суміжних?) нафтових родовищ". Натомість, нафтове родовище не має ніякого визначення.

Геологічний словник розрізняє "мінерали" (гетит, гіббеніт та ін.) і "різновиди мінералів" (гедіфан, гестатит, грохоїт та ін.). Та поруч з цим є дещо, що не назване ні мінералом, ні різновидом мінералу (гегейт, кіновар, колчедан та ін.). У цій мінералогічній дискримінації просто немає логіки.

Таким чином, геологічні визначення (термінологію) потрібно робити з урахуванням певних (двох) основних правил логіки:

1. В геології поруч з правильними визначеннями зустрічаються сумбурні, абсурдні, неістотні та інші неправильні визначення термінів.

2. Геолог (гідрогеолог) при вживанні тих чи інших термінів або визначень повинен проаналізувати їхню предметну та логічну досконалість.

Модуль 2. Історія та структура гідрогеології як науки

2.1. Історія розвитку гідрогеології

Гідрогеологія, як окрема галузь наук про Землю, що вивчає підземну гідросферу, виділилася свого часу з геології. Коли це відбулося? Існують різні думки, але термін „*гідрогеологія*” в науку був введений Ж. Ламарком ще у 1802 р.

Відокремлення гідрогеології в самостійну галузь природознавства було обумовлено потребами людства у все більших кількостях води для споживання у побутових і господарських цілях, а також у зв'язку зі спорудженням різноманітних будівельних комплексів, так або інакше пов'язаних із впливом ґрунтових і підземних вод.

Перші здогадки про походження підземної гідросфери з'являються ще за 2-3 тис. р. до н. е. Вже шумери Дворіччя знали, де і як шукати підземну воду. А 3-4 тис. років тому у Китаї, Індії та Середній Азії почали використовувати підземну воду для водопостачання і зрошення.

Античні мислителі Фолес і Платон вважали, що підземні води, це - морські води, що проникли у гірські породи. Аристотель і Пліній Старший (4 ст. до н.е.) дотримувалися думки, що вони утворюються шляхом охолодження у надрах повітряних мас.

Вітрувій (1 ст. до н. е.) пояснював походження води шляхом проникнення всередину гірських порід дощових і талих вод.

Погляди древніх греків та римлян отримали розвиток у працях натурфілософів Близького Сходу та Середньої Азії.

У 1001 р. уродженець Хорезма Аль-Біруні на 6-7 сторіч раніше європейців пояснив причини гідростатичного напору і відкрив роль останнього у появі джерел.

Зовсім недавно став відомим трактат перського (Іран) вченого М. Караді (помер у 1016 р.) „Пошуки захованих під землею вод”. У ньому подане перше систематизоване викладення вчення про підземні води, в якому розроблено основи кругообігу води в природі, виділено напірні води та названо рослини - індикатори пошуків підземних вод.

Слід зазначити, що як теорія, так і практичні навички видобутку підземної води набагато швидше розвивалися у посушливих регіонах, де було мало поверхневих вод. Окрім того, із історії відомо, що центри древньої цивілізації найчастіше були розташовані там, де відносно легко можна було видобути не лише поверхневу, але і підземну воду. І були випадки, коли *розвиток цивілізації припинявся, якщо вичерпувалися запаси водних ресурсів.*

При кочовому способі життя прісну підземну воду видобували для побутових потреб, а з розвитком осілості її стали використовувати і для зрошення земель. Там, де були солоні води, з них випаровували сіль. Пізніше

на підземні розсоли стали закладатися копані колодязі і розсолоні свердловини.

Так, Китай ще декілька тисяч років тому став батьківщиною бурового станка для спорудження колодязів. У Європі буріння застосовується з кінця 16 - початку 17 століття. Тут, на півночі Франції у провінції Артуа (лат.-*Артезія*) було розкрито горизонт напірних вод, що виливалися із свердловини (звідки і назва - „*артезіанські води*”).

Розсолонидобувні свердловини за допомогою „крутіння” споруджувалися з 11-12 століття і в Росії. На цьому фактично і закінчується **перший етап** розвитку уявлень про підземні води, який можна охарактеризувати, як ***практично-пізнавальний***.

З початку 11 і до середини 16 ст. вивчення підземних загальмувалося.

Другий етап розвитку знань про підземні води (етап ***закладання теоретичних основ гідрогеології***) ознаменувався виданням трактатів Георга Агріколи (1545-1549 рр.), у яких було сформульовано принципи шахтної гідрогеології і пояснено походження підземних рудничних вод за рахунок інфільтрації і конденсації.

У 1677 р. П. Перро було видано першу наукову працю про основи кругообігу води в природі, яку вважають започаткуванням наукової гідрогеології. Разом з Е. Маріоттом (1686 р.) вони обґрунтували теорію водного балансу та інфільтраційного походження підземних вод.

У Росії цю теорію підтримав М. Ломоносов, який у різних наукових працях, включно з дисертацією (1744 р.), писав про підземні води, як водні розчини. Трохи раніше, у 1738 р., Д. Бернуллі видав монографію з гідродинаміки.

У 19 ст. пізнання підземної гідродинаміки суттєво розширилося.

В 1802 р. у Парижі було опубліковано монографію відомого природознавця Жана Ламарка „Гідрогеологія”. Вперше в історії науки вчення про підземні води було названо терміном, який згодом визначатиме окрему велику галузь наук про Землю.

Французькій науці належать і перші дослідження з теорії фільтрації, основи якої опубліковано А. Дюпюї (1848 р.), і встановлення А. Дарсі ***основного закону фільтрації*** (1856 р.).

Розвиток економіки міст у Західній Європі, Північній Америці і Росії поклав початок широкому використанню підземних вод. Вони забезпечували водопостачання Парижа і Відня, Берліна і Чикаго, Москви і Варшави, Києва і Львова. Вивчення підземних вод у 70-80 роках 18 століття стає головною задачею у більшості розвинених країн світу. В цей період (1862 р.) російським дослідником А. Міддендорфом було закладено основи розуміння ролі підземних вод у термічному режимі земної кори. Німецький хімік Б. Лерш виконав перше гідрогеохімічне дослідження (1864 р.). А американський геолог Т. Чемберлен у журналі „U. S. Geological Survey” опублікував у 1885 році статтю з гідрогеології, яка і зараз вважається класичною. В 1887 році француз А. Добре заклав основи палеогідрогеології, а російський геолог І. Мушкетов

вперше всебічно оцінив роль води у геологічних процесах в капітальній праці „Фізична геологія” (1888 р.).

Слід зазначити, що суттєвий внесок у розвиток гідрогеології зробили професори Харківського університету Гуров, Борисяк, Леваківський, які досліджували підземні води різних регіонів України, в тому числі Слобожанщини. Кожен з них був би прикрасою будь-якого університету Європи.

Гідрогеологія, як наука, зароджувалася і розвивалася у той період на стику геології (науки про Землю) і гідрології (науки про природні води).

У кінці 19 - початку 20 ст. широкого розвитку набули цілеспрямовані гідрогеологічні дослідження. Систематизовані положення вчення про підземні води дають у цей час І. Гааз (Німеччина), К. Сліхтер (США), С. Нікітін (Росія).

Велике зацікавлення викликала робота С. Нікітіна (1900) „Грунтовые и артезианския воды на Русской равнине”, яка стала основою для створення регіональної гідрогеології.

Починаючи з останньої чверті 19 ст. виникає різка суперечка між прихильниками і противниками різних шляхів проникнення води у земні надра. Так, австрійський геолог О. Фольгер, різко критикуючи інфільтраційну теорію, запропонував конденсаційну гіпотезу формування підземних вод. Цю суперечку вгамував російський вчений О. Лебедев, який виявив механізм просування вологи у ґрунтах і характер переходу води з одного стану в інший.

У 1902 р. австрійський гідрогеолог Е. Зюсс висунув революційну *гіпотезу ювенільних вод*. На одному із з'їздів природознавців він заявив, що води є ювенільними (первинними) і мають внутрішньопланетне походження. Ця гіпотеза стала „камнем спотикання” для багатьох поколінь гідрогеологів.

Що стосується солоних вод і розсолів, які зустрічаються у зонах глибинних розломів та при бурінні глибоких нафтогазових свердловин, то більшість дослідників вважають їх викопними водами морського походження. Гіпотези ювенільних і викопних розсолів „зіштовхнулися”, маючи своїх прихильників і противників. Але зараз на підставі вивчення великого фактичного матеріалу обидві концепції зазнали значних змін, залишившись в основі наших знань про походження підземних вод. Компромісний погляд на суперечливу проблему виказав свого часу відомий український гідрогеолог, член-кореспондент АН України А.Є. Бабінець: „у кожній краплі води є частка ювенільної”.

Так поступово відбувалося формування і становлення гідрогеології, як науки.

Третій етап розвитку гідрогеології (*етап планомірного вивчення підземних вод*) розпочався у 20-ті роки 20 ст. На цей час була суттєво зміцнена теоретична база гідрогеології, розроблено принципи класифікації підземних вод, гідрогеологічного картування і районування, вивчено закономірності формування хімічного складу підземних вод, напрацьовано основні методичні прийоми гідрогеологічних досліджень. Почався випуск спеціалістів - гідрогеологів в багатьох вузах світу. Гідрогеологічні кадри в Україні готували у Києві, Дніпропетровську, Одесі, Харкові.

Попри те, що гідрогеологія вже давно стала окремою наукою, формування її у самостійну галузь могло відбутися лише за умови злиття трьох компонентів:

1. Наукових знань про підземні води;
2. Гідрогеологічних методів досліджень (гідрогеологічна зйомка, пошуки підземних вод, режимні спостереження, лабораторні роботи і т. ін);
3. Створення освітніх центрів з випуску професіональних гідрогеологів.

Стали утворюватися цілі школи гідрогеологів (у СРСР - Саваренський, Каменський, Овчинников, Толстихін; у США - Робінсон, Д. Уайт). У 1920-1947 рр. сформувався напрямок „Мінеральні води” (О.Овчинников). А в 1923 р. німецький дослідник О. Мейнцер видав першу узагальнюючу роботу з гідрогеологічної термінології.

Надзвичайно великий внесок у розуміння наукових проблем гідрогеології зробив академік В.І. Вернадський. Ним вперше було поставлено проблему вивчення складу капілярних вод (1929), сформульовано поняття гідрогеохімії (1929), створено капітальну працю „Історія природних вод”.

За час існування гідрогеології, як самостійної галузі природознавства, вона пройшла шлях спочатку диференціації на різні напрямки (фундаментальні і прикладні), а потім інтеграції з іншими науками.

Фундаментальні напрямки. Першою була „Динаміка підземних вод”. З'явилися праці з теорії фільтрації ґрунтових вод (Полубарінова-Кочина, Каменський). Невдовзі виникла регіональна гідрогеологія (Толстихін, Плотников та ін.).

Загальна гідрогеологія остаточно оформилася у окрему наукову дисципліну на початку 1980-х років. Тоді ж остаточно сформувалися гідрогеохімія та гідрогеотермія.

Прикладні напрямки розвивалися швидше:

- у 20-30-ті роки було розроблено методики пошуків і розвідки підземних вод, визначення гідрогеологічних параметрів, методи оцінки їхніх природних та експлуатаційних запасів, математичного моделювання (Біндеман, Плотников, Боचेвер та ін.);

- мерзлотознавство виникло у 40-і роки;
- шахтна (або руднична) гідрогеологія сформувалася у 40-50-і роки;
- мінеральні води, як окремий напрямок гідрогеології, почав розвиватися з кінця 40-х років.

Диференціація гідрогеології супроводжувалася її інтеграцією з іншими науками, внаслідок чого виникли - „Радіогідрогеологія”, „Гідрогеомеханіка”, „Меліоративна гідрогеологія” та ін.

Четвертий етап розвитку гідрогеології припадає на період науково-технічної революції в суспільстві.

Комплексна потреба у підземних водах, як найважливішому виді корисних копалин та проблема охорони ресурсів підземної гідросфери, що обумовлена глобальною дією на неї людини - основні фактори стимуляції швидкого розвитку гідрогеології.

Предмет та зміст сучасної гідрогеології

На початок 90-х років 20 століття сформувався багатий і різноманітний спектр знань, що забезпечує теоретичну базу гідрогеологічної науки, її практичне використання і плідні зв'язки з іншими галузями.

Але не зважаючи на це стабілізації структури і змісту гідрогеології не відбулося. Навіть навпаки, у останні роки почався процес оновлення гідрогеології і зміна деяких її орієнтирів. Головними причинами цього є:

- докорінний перегляд понятійно – смислової бази гідрогеології;
- перебудова гідрогеологічної служби (фундаментальна і кількісна);
- підвищення ролі і місця гідрогеологічної науки;
- колосальне зростання об'єму інформації, комп'ютеризація систем збирання, обробки, накопичення та зберігання інформації та її аналізу і інтерпретації;
- екологізація гідрогеологічних досліджень.

Перегляд понятійно – смислової бази почався з переосмислення термінів „об'єкт” і „предмет” гідрогеології. Ці поняття було запропоновано і обґрунтовано у низці публікацій як російських (Є.Піннекера, О.Короткевича, С.Шварцева, Г.Голевої та ін.), так і українських (А.Бабінця, І. Вовка, В.Шестопалова, В.Лялька та ін.) вчених.

Нова методологія вивчення гідрогеологічних явищ розглядалася з позиції системного підходу та екологізації науки (системна методологія).

По – новому став розглядатися і об'єктивний предмет гідрогеології. Ним стала не просто вода, а підземна гідросфера у системній сукупності: **“вода – порода – газ – жива речовина”**. Зміна понять обумовила появу нових формулювань змісту усіх розділів гідрогеології, до яких відносяться: еволюційний, структурно – просторовий, просторово – часовий, фізичний, хімічний та екологічний.

Введене нове фундаментальне поняття про **гідрогеологічну систему (ГГС)** як певним чином зорганізовану сукупність гідрогеологічних елементів (підсистем), пов'язаних і взаємодіючих між собою і одна з одною.

При цьому зовнішнє середовище – це все те, що виявляється за межами цієї системи.

Гідрогеологічні системи можуть бути матеріальними (гідрогеологічні об'єкти) і ідеальними (дискові, графічні і т.ін.).

Характеристиками системи є:

- 1) властивості і структура;
- 2) характер зв'язків і взаємодії.

По – новому зараз розглядаються і форми руху підземних вод, а саме:

- рух води як фізичного тіла (рух великих мас підземних вод);
- рух води у широкому розумінні (сюди відносяться взаємні переходи з одного стану в інший (твердий, рідинний, пароподібний); з однієї форми в іншу (вільна, зв'язана, гігроскопічна); з одного середовища в інше (атмо – гідро – літо – біосферна);
- рух у геологічному аспекті – це історія природних вод, розвиток у часі цілісної системи “вода – порода – газ – жива речовина”.

Кругообіг води розглядається як форма руху природних вод .

Виділяють 4 форми кругообігу:

- 1) кліматичний (обумовлений сонячною енергією і силою тяжіння);
- 2) геологічний кругообіг, який залежить від темпів осадконакопичення;
- 3) метаморфічний кругообіг, що обумовлений зв'язуванням підземних вод гірськими породами або їхнім вивільненням, внаслідок чого формується система “вода – порода”, що відбувається як за рахунок дегідратації (у глибоких горизонтах), так і гідратації (у зоні гіпергенезу);
- 4) гідрогеологічний кругообіг – це взаємодія інфільтраційних та седиментаційних вод між собою.

Необхідно сказати, що у подальшому розвиток гідрогеології буде різноплановим. Серед пріоритетних напрямків, що визначатимуть зміст гідрогеології на найближчу перспективу є наступні:

- розробка фундаментальних і окремих законів гідрогеології;
- поява космічної гідрогеології (порівняльна гідрогеологія);
- зближення гідрогеології з іншими науками (відображення як диференціації, так і інтеграції наук) і створення нових гілок гідрогеології: екологічної, економічної, медичної, морської, ізотопної і т.ін.;
- кількісна оцінка гідрогеологічних процесів у зоні гіпергенезу у зв'язку з вирішенням практичних задач з використання і охорони підземних вод та запобігання їхнього негативного впливу;
- подальша розробка програмних засобів і використання аналітичних рішень для моделювання і оцінки гідрогеологічних процесів;
- упровадження комп'ютерних технологій збору, передачі, опрацювання гідрогеологічної інформації для створення локальних, регіональних та глобальних інформаційних систем і моделей та їхнього використання на усіх стадіях гідрогеологічних досліджень.

Важливо підкреслити, що *ціна підземних вод повсякденно зростає* як у прямому, так і у переносному смислі.

Суспільство повинно дбайливо ставитися до найціннішої корисної копалини. І саме цим пояснюється посилення уваги до проблеми надр – водокористування і ресурсозбереження, пошуку оптимальних шляхів поліпшення якості води.

Таким чином, сучасна гідрогеологія – це прогресивна і перспективна галузь природничих знань, використання яких має величезне значення для життєдіяльності і розвитку людського суспільства.

Розвиток інженерної геології

Коротенько зупинимося і на становленні та етапах розвитку ще однієї, суміжної з гідрогеологією, галузі природознавства – *інженерної геології*, яка вивчає земну кору як середовище життєдіяльності людини. Її становлення як

самостійної наукової дисципліни відбулося у 20-х роках 20 ст. і було обумовлене, в першу чергу, потребою у геологічному обґрунтуванні інженерно – будівельної діяльності людства. Спочатку це було “шляхове ґрунтознавство”. Розвиток вивчення ґрунтів для промислового, міського, гідротехнічного та інших видів будівництва призвів до зникнення у цьому понятті визначення “шляхове” і появи терміну “ґрунтознавство”. Розвиток ґрунтознавства у колишньому СРСР базувався на роботах М.Філатова, В.Охотіна, В.Приклонського та ін.

Одночасно з ґрунтознавством сформувалася і інша нова дисципліна, що вивчає гірські породи – “механіка ґрунтів”, яка виникла на стику фізико – математичних, будівельних і геологічних наук. Вона розглядає загальні закономірності, що витікають із застосування до гірських порід законів теоретичної і будівельної механіки. При цьому механічні якості ґрунтів, які підпадають під закони механіки і задовольняють певним розрахунковим схемам, враховувалися більшою мірою, а геологічна специфіка ґрунтів аналізувалася менше, або й зовсім не бралася до уваги. Ці проблеми компенсувалися у ґрунтознавстві.

При вирішенні геологічних питань, пов’язаних з будівництвом, недостатньо самих знань про характер ґрунтів. Необхідними є дані про геологічні та гідрогеологічні умови території, геологічні процеси, що розвиваються у її межах. Вивчення усіх цих проблем “узязв” на себе ще один науковий напрямок, який сформувався у кінці 1920 – х – на початку 1930 – х років і отримав назву “інженерна геологія” (Ф.Саваренський, Г.Каменський, П.Панюков та ін.).

В історії розвитку інженерної геології колишнього СРСР виділяються 3 етапи:

I (1923 – 1945р.р.) – виникнення інженерної геології як наукової галузі (яка, по суті, склалася з ґрунтознавства і інженерної геодинаміки);

II (1946 – 1978р.р.) – формування третього наукового напрямку в інженерній геології – регіональної інженерної геології;

III (з 1979 р.) – сучасний період розвитку інженерної геології, на якому необхідно не просто розробляти напрямки інженерно – будівельної діяльності, а таке геологічне обґрунтування, яке виключало б або зводило до мінімуму негативні наслідки інженерної діяльності людини в літосфері. Перед інженерною геологією поставлено нову проблему – розробку питань раціонального використання і охорони геологічного середовища, під яким розуміють ту частину розрізу літосфери, де здійснюється інженерно – господарча діяльність людини.

Типовим був розвиток інженерної геології і у інших країнах світу. Наприклад, у Великобританії та США у кінці 19 – на початку 20 ст. до пошукових робіт при будівництві каналів, залізниць та ін. інженерних об’єктів було залучено найбільш відомих геологів (В.Сміт, Ч.Берклі та ін.). У 1925 р. вийшла монографія К.Терцагі “Будівельна механіка ґрунтів”, а у 1929 р. “Інженерна геологія” (А.Редліх, Р.Кампе, К.Терцагі).

Структура сучасної інженерної геології визначається трьома науковими напрямками – ґрунтознавством, інженерною геодинамікою та регіональною інженерною геологією. Кожний з цих напрямків є певною системою інженерно – геологічних наукових знань і понять (предмет наукового напрямку) про якість та динаміку певного елемента (сторони) геологічного середовища (об'єкт наукового напрямку). Співвідношення цих трьох складових і визначає сучасну структуру інженерної геології як науки.

Ґрунтознавство – науковий напрямок інженерної геології, що займається вивченням складу, будови і якостей ґрунтів, закономірностей їхнього формування і просторово – часові зміни в процесі інженерної діяльності людини.

Інженерна геодинаміка – науковий напрямок інженерної геології, що вивчає морфологію, механізм, геологічні причини і просторово – часові закономірності розвитку у геологічному середовищі природних і антропогенних (інженерно - геологічних) геологічних процесів у зв'язку із здійсненням і плануванням інженерно – господарської діяльності людини.

Регіональна інженерна геологія – третій науковий напрямок інженерної геології, що досліджує будову і властивості геологічного середовища різних структурних зон земної кори, закономірностей формування їхніх інженерно – геологічних умов та просторово – часові зміни у зв'язку з інженерно – господарчою діяльністю людини.

Інженерна геологія тісно пов'язана з іншими науками як геологічного так і негеологічного циклів. Найбільш тісний зв'язок існує між нею, геохімією, мінералогією, літологією і петрографією, тектонікою, динамічною геологією і особливо гідрогеологією та мерзлотознавством. Вона широко використовує теоретичні досягнення і методи фізики, механіки, хімії, математики.

Зв'язок інженерної геології з будівельними і гірничими науками здійснюється як безпосередньо, так і через механіку ґрунтів. Вона розглядає ті загальні закономірності, які витікають із застосування до ґрунтів законів теоретичної і будівельної механіки.

Таким чином, інженерна геологія пов'язана з широким колом природничих і технічних наук. Серед них фундаментальними для інженерної геології були і залишаються науки геологічного циклу, а також фізика, механіка, хімія (перш за все – фізична і колоїдна хімія) та математика.

2.2. Структура геологічного знання як методологічна проблема у гідрогеології

Сучасне природознавство характеризується пильною увагою до логіко – методологічних проблем. Це обумовлено процесом теоретизації, що охопив різні галузі науки включно з гідрогеологією. Пошуки нових гіпотез, теорій, принципів досліджень ведуть до усвідомлення незавершеності існуючого теоретичного апарату і, відповідно, необхідності розробки фундаментальних принципів побудови наукових теорій та аналізу концептуального апарату гідрогеології. Тобто, процес теоретизації гідрогеологічної науки включає як

складову - вироблення критеріїв аналізу матеріалу, що отриманий у ході досліджень.

Гідрогеологія, як і всі інші геологічні науки, характеризується відносно слабко розвинутою методологією в порівнянні, наприклад, з фізикою і навіть біологією. Основним об'єктом методологічного аналізу до недавнього часу була проблема розвитку гідрогеології та її значення для формування деяких теоретичних принципів і методів наук про Землю. Але зараз у центрі уваги є проблеми структури гідрогеологічних знань, загальних закономірностей його розвитку, методів наукового пізнання і побудови теорій. Це, обумовлено процесом теоретизації, математизації і формалізації наукових гідрогеологічних знань.

Розглянемо основні етапи наукового пізнання на гідрогеологічних матеріалах, використовуючи існуючу схему розділу етапів пізнання.

Першим методом наукового дослідження є *спостереження*. Це процедура в процесі якої дослідник із багатьох об'єктів та їхніх параметрів виділяє певні і потім слідкує за ними (температуру, рН, мінералізацію, макро- та мікроелементний склад вод і т. ін.).

Результати спостережень записуються і аналізуються. У гідрогеології матеріал фіксується у польових щоденниках, гідрогеологічних і гідрогеохімічних картах різного призначення, гідрогеологічних і гідрогеохімічних розрізах, колонках, графіках, каталогах і т.ін. Порівняння даних спостереження дозволяє встановити деякі залежності між явищами, що вивчаються та їхніми параметрами. Виявлення емпіричних залежностей на цьому етапі відбувається в результаті дослідження. В процесі аналізу гідрогеологічної документації можна виявити залежності такого роду: зіставляючи гідрогеохімічні розрізи можна встановити особливості формування хімічного складу вод у різних структурах, за результатами спостережень розповсюдження певних підземних вод можна екстраполувати границі гідрогеологічних горизонтів і комплексів і т.ін.

Найвищим проявом емпіричних знань слід вважати можливість передбачити за розробленою на основі аналізу *емпіричною схемою* поведінку системи, що досліджується, коли за одними параметрами можна знаходити інші. Так, зіставляючи гідрогеологічні данні, що отримані різними методами на ділянці досліджень виявлених аномалій, можна передбачити і деякі закономірності підземних вод.

З'ясуванням і описом характеру поведінки системи, способу зв'язку її параметрів, обмежуються можливості емпіричного рівня досліджень. Проте наука намагається не лише описати явища, але і розкрити їхню причину, пояснити знайдені емпіричні закономірності. Це можливо зробити завдяки розробці *теоретичної системи*. Ця розробка починається з формулювання основних понять, ідей і знаходження емпіричних законів, за допомогою яких можна розгорнути *наукову теорію*. Теорія вважається сформованою, коли теоретичні ідеї і фундаментальні поняття наведено у певній послідовності, зведено у певну систему, коли встановлено співвідношення між теоретичними і емпіричними об'єктами. Так, розробка теорії формування зональності

підземних вод почалася з накопичення даних і створення основних понять як з динаміки, так і з геохімії підземних вод. В процесі боротьби між різними течіями у науковому поясненні формування підземних вод, на сьогодні перевага залишилась на боці тих дослідників (М. Альтовський, В. Корценштейн, І.Вовк, Є.Піннекер, А.Бабінець та ін.), які відводять гідростатичному напору провідну, хоча і далеко не єдину роль. Це, фактично, початок 2-го етапу розвитку цієї теорії, етапу її становлення. Він ознаменувався напрацюванням основних понять теорії і з'ясуванням співвідношень між **теоретичним** і **емпіричним** матеріалом.

На основі розробленої теоретичної схеми стає можливим пояснення емпіричних співвідношень, що складає самостійний етап теоретичного пізнання. Так, на основі **теоретичних моделей** формування гідрогеохімічної зональності можна прогнозувати розміщення певних корисних копалин (включно з водами) і виробити конкретні рекомендації з їхніх пошуків.

Уявлення про особливості гідрогеологічних знань можна скласти навівши характеристику основних типів наукових пояснень у гідрогеології, використовуючи для цього розроблену у логіці науки класифікацію пояснень.

Особливості **наукового пояснення** витікають з приналежності до теоретичного рівня пізнання. За його допомогою здійснюється розкриття суті об'єкту, який, завдяки процедурі опису, заданий у вигляді фактів і емпіричних залежностей між ними. Пояснення розкриває зв'язок між виявленими в процесі спостереження фактами та емпіричними залежностями і вже відомими законами, теоріями і гіпотезами. Причому в одному випадку може статися, що нові факти можуть бути поясненими на основі вже відомих законів і теорій, а в іншому - цього зробити не можна, виходячи з тієї теоретичної бази науки, яка існує у даний час. І тоді пояснення викличуть необхідність формулювання нових законів для розширення теоретичної бази даної галузі знання.

Генетичні пояснення – найбільш поширений у геології тип пояснення. У логіці науки до генетичних відносяться такі пояснення об'єкта, які здійснюються через звернення до об'єкта, попереднього йому за часом або станом. Цей тип пояснень поділяють на два підвиди: *прості генетичні* і *причинні*. Під першим розуміють пояснення стану об'єкту шляхом звернення до якогось попереднього його стану. Таким є, наприклад, пояснення формування резервуару підземних вод, що здійснювалось шляхом апеляції до спрямування дії тектонічних сил, кінематики тектонічних блоків і характеру (структури, текстури) осадових порід цього району. Це *просте генетичне пояснення*.

Прикладом *причинного пояснення* може бути наступне: формування гідрогеохімічної аномалії в зоні розлому пояснюється вертикальним розвантаженням напірних вод глибоких горизонтів з високим вмістом ендегенних хімічних елементів.

Контргенетичні пояснення. У цьому випадку пояснення об'єкту полягає у встановленні закономірного його зв'язку не з тими об'єктами, що передували йому у часі (як це було у випадку з генетичним поясненням), а з наступними іншими об'єктами або іншим станом цього ж об'єкту. Цей тип

пояснень подібний до попереднього типу, оскільки ґрунтується на часових та генетичних зв'язках. Контргенетичні пояснення є дуже широко розповсюдженими у геологічних науках. Власне центральний теоретичний метод геології – **актуалізм** - пропонує саме таке наукове пояснення. Так, сучасні типи природних вод є засобом пізнання древніх вод та умов їхнього утворення, оскільки по них можливо безпосередньо вивчати середовище формування і продукт цього середовища – природну воду як багатоконпонентний складний розчин.

Так, було показано, що в результаті крупних тектонічних перебудов структури земної кори відбувалися такі важливі для осадконакопичення процеси:

- збільшувалася диференціація рельєфу земної поверхні від одного геологічного періоду до другого, що значно ускладнювало осадконакопичення;
- безперервно зростала концентрація природних вод, що сприяло процесу розширення явищ седиментації від циклу до циклу.

Структурні пояснення об'єкту полягають у встановленні його внутрішніх елементів і способу їхнього злиття у єдине ціле або у встановленні місця об'єкту, що пояснюється у якійсь більшій системі. Цей тип пояснень переважає у сучасних мінералогії і кристалографії. Так, в результаті робіт з кристалохімії сульфідів виникло закінчене уявлення про структурно – хімічні особливості цієї групи мінералів.

Субстанціальні пояснення. До них відносяться пояснення об'єкту, що полягають у розкритті такого субстрату, чи матеріалу, з яким об'єкт пояснення є закономірно пов'язаним. А оскільки субстрат є дуже суттєвою характеристикою об'єктів, то за допомогою цього типу пояснень можна розкрити одну зі сторін суті об'єкту. До таких пояснень можна віднести чисельні теоретичні процедури під час інженерно-геологічних досліджень різних за віком і походженням порід - колекторів та водотривів. Визначити суттєві ознаки певної породи – означає віднести її до того чи іншого класу. На основі визначення стану гірської породи можна зробити цілу низку висновків відносно її властивостей та генезису.

Модельні пояснення. Цей тип пояснень застосовується тоді, коли пряме пояснення об'єкту (через брак емпіричних даних) неможливе . Він дедалі більше використовується у різних галузях геології у т. ч. і гідрогеології.

У цьому випадку об'єкт пояснюється за допомогою законів, що відбивають не його власну предметну область, а область об'єктів подібних до того, що пояснюється. Модель має бути не лише подібною до об'єкта вивчення, але і обов'язково відрізнятися від останнього. При цьому застосовується власний закон (або сукупність законів) побудови моделі.

Існує багато прикладів моделей, які відіграють важливу роль у геологічних науках і, зокрема, у гідрогеології. Це речові, знакові (карти, схеми, діаграми і т. ін.) та ін. моделі. Однак не кожна модель використовується для наукового пояснення, оскільки моделювання є багатофункціональним. Тому нерідко модель потрібна не для пояснення процесу, а для виконання якоїсь

іншої функції. Так, досить рідко пояснювальну функцію виконують різні **штучні матеріальні моделі**, оскільки при побудові таких моделей необхідною попередньою умовою моделювання є вичерпне знання законів оригіналу. Такого роду моделями є, наприклад, природні аналоги, що обираються у інженерній геології для прогнозу осідань будівель за співвідношенням якісних і кількісних критеріїв.

Значно ширше використовуються для пояснення **ідеальні моделі**. У цьому випадку за модель править будь – яка гарно розроблена теорія чи гіпотеза, яка завдяки високому рівню узагальнення має високу пояснювальну здатність. Поряд зі специфічними поняттями в геології широко застосовуються і пояснення, що запозичені з інших наук. У зв'язку з цим слід враховувати, що об'єкт геології на відміну від об'єктів інших природничих наук через свою складність може бути вивчений комплексним шляхом. Так, можна описати процеси формування підземних вод на основі аналітичної хімії. Тоді ми охопимо лише один бік емпіричного матеріалу. Щоб зафіксувати дійсну геологічну природу об'єкту необхідним є опис і інших боків явища, у поняттях інших теоретичних областей (для гідрогеології, у поняттях динаміки, пористості порід і т. ін.). Ця особливість геологічного знання, яку можна визначити як його **системність**, обов'язково повинна бути прийнятою до уваги.

У геологічній науці на сучасному етапі розвиваються процеси, котрі поступово призводять до виникнення нових форм спостереження і експерименту, опису і пояснення.

Суттєві прогресивні зміни відбулися у засобах фіксації наукових фактів. Нові відкриття у геології та гідрогеології зобов'язані методам, створеним на основі нових фізичних розробок (як, наприклад, мас – спектрометрія), що дозволили розширити доступну для вивчення сферу геологічної інформації, розповсюдивши її на океани, верхню мантію і навіть інші планети Сонячної системи. Створення нових методів експерименту дозволило перевірити багато гіпотез і пропозицій, які раніше вивчалися майже виключно на удаваній основі.

Суттєвих змін зазнали форми опису. Це стосується і усвідомлення проблеми удосконалення геологічної мови (і гідрогеологічної термінології, зокрема).

Одним із засобів емпіричного рівня є, на нашу думку, **класифікація**, яка дуже широко застосовується у різних геологічних галузях як один з основних засобів упорядкування та систематизації фактичного матеріалу. Майже всі класифікації включно з генетичними виконують функцію опису (класифікації підземних вод, гідрогеохімічних аномалій і т. ін.).

Зараз в гідрогеології майже для усіх класів об'єктів існує по декілька класифікацій, що різною мірою відповідають фактичному матеріалу. Напрацьовано певні вимоги до побудови геологічних класифікацій, що враховують формально – логічні посилення.

Приступаючи до побудови класифікації, необхідно зафіксувати ту безліч об'єктів, на яких проводиться побудова та визначити ті поняття, на які вона

спирається. Слід провести формальний розбір формулювань понять, оскільки вони, як правило, не відповідають необхідним вимогам формальної логіки.

При побудові нових класифікацій має сенс також проаналізувати вже існуючі класифікації, особливо ті з них, які відносяться до однієї і тієї ж спільноти об'єктів. Вони можуть відрізнитися між собою:

- а) визначенням спільності об'єктів;
- б) системами признаков;
- в) концепціями про зв'язок між ознаками;
- г) експериментальним матеріалом;
- д) формальними помилками, що допущені при побудові.

Подальший розвиток класифікаційних побудов повинен йти як через удосконалення класифікацій у формальному відношенні, так і через удосконалення їхньої змістовної основи.

Особливістю сучасного геологічного знання є перехід до нових типів наукового пояснення. Якщо у класичній гідрогеології переважали генетичні та субстанціальні пояснення, то зараз поруч з ними широко розповсюдженими є структурні і модельні пояснення.

Однією з форм перебудови сучасного наукового знання є процес теоретизації природничих наук (удосконалення наукових уявлень). Розвиток науки відбувається як внаслідок накопичення емпіричних фактів, так і завдяки удосконаленню концептуальної структури знання. На будь – якому етапі свого розвитку наука певним чином обробляє здобуті факти, формуючи з них цілісну картину об'єкту.

Теоретизація може проявлятися не лише у вигляді систематизації фактів, а і у формулюванні теорії, що об'єднує факти, які пояснювалися раніше на основі різних, не пов'язаних між собою, теорій. Тобто вже у вигляді систематизованих теорій, а також у побудові теорії, в основі якої лежить принципово новий опис об'єктів науки.

Спробуємо продемонструвати систему побудови гідрогеологічної теорії на прикладі теорії гідрогеохімічних аномалій (В. Суярко, 1986):

- виявлення наукових фактів, що не можуть бути пояснені на основі існуючих теоретичних концепцій і тому вступають у конфлікт з існуючими теоріями (такими були факти розвантаження по розломах глибинних вод у яких містяться ендегенні флюїди);

- висунення ідеї, що пояснювала загальний закон об'єктів дослідження, (такою ідеєю було уявлення про різнонаправлені процеси “привносу” і “виносу” мінеральної речовини підземними водами);

- розробка системи теоретичних понять нової наукової концепції і формулювання основного закону взаємозв'язку об'єктів дослідження з оточуючим геологічним простором;

- інтерпретація теорії і пояснення її на основі сукупності емпіричних фактів (причому пояснення, для підтвердження істинності теорії, було спрямоване на конкретні об'єкти та мало відтворити їхню індивідуальність);

- розширення кола явищ і процесів, які можна пояснити за допомогою даної теорії, поступове визначення меж теорії та загальна інтерпретація змісту теорії.

Хоча геологічні і гідрогеологічні теорії відносяться до типу теорій, що мають назву якісних, “емпіричних”, проте і такі теорії будуються не лише на основі синтезу емпіричного досвіду, отриманого в результаті спостережень і експерименту, але і через синтез попередніх теоретичних знань. Тобто стає необхідним категоріальний синтез теорії. На відміну від синтезу емпіричного знання, синтез теорії відрізняється його системністю, оскільки теорія – це система розуміння об’єкту. У зв’язку з цим суттєвого значення набуває *історичний аналіз* попередніх теоретичних концепцій у геологічних науках. Причому цей аналіз, в першу чергу, є важливим для вирішення фундаментальних задач сучасної науки.

Сформулюємо конкретні задачі методологічного дослідження структури гідрогеологічного знання:

а) визначення специфіки гідрогеологічних класифікацій, гіпотез, моделей та інших засобів пізнання у гідрогеології;

б) усвідомлення особливостей гідрогеологічного експерименту, його різновидів, функцій, зв’язку зі спостереженням і особливо теорією;

в) розробка питань історії формування окремих гідрогеологічних концепцій та теорій, що дозволить отримати деякі фактори створення сучасного концептуального апарату гідрогеології;

г) виділення та аналіз принципів логічних основ гідрогеологічних теорій;

д) обґрунтування ролі системного підходу як при формуванні окремих геологічних теорій, так і при розгляді їхньої єдності та синтезу;

е) гносеологічний і функціональний аналіз окремих специфічних гідрогеологічних засобів досліджень (таких, як гідрогеологічна карта).

Модуль 3. Філософські основи геологічних наук

3.1. Геологічна форма руху матерії та її специфіка

Серед загальнотеоретичних, гносеологічних, логічних, методологічних питань геології центральне місце займає проблема *геологічної форми руху матерії*. Те або інше її рішення значною мірою визначає розробку усього комплексу філософських питань, що можуть суттєво впливати як на розвиток геологічної науки, так і на її практичне застосування.

Непросте питання про геологічну форму руху залишається відкритим, не дивлячись на значну кількість робіт, що присвячені йому. Є певна частина філософів, яка заперечує існування геологічної форми руху. Їхня точка зору, що канонізує п'ятичленну схему форм руху (механічну, фізичну, хімічну, біологічну, соціальну), практично означає виключення геології з ряду фундаментальних наук. У свої більшості це обумовлюється складністю об'єкта геології, його багаторівневою будовою, що і заважає розкриттю специфіки саме геологічних рухів.

Розглянемо цю проблему.

У класичній філософії *рух - спосіб буття матерії, який полягає у безперервній зміні всього суцього і виявляється в безпосередній єдності переривчастості і безперервності простору і часу*. Матерії без руху не існує, як не існує і руху без матерії. В цьому полягає абсолютний характер руху. Спокій, рівновага - відносні: вони є лише моментом руху. Рух визначає всі властивості і прояви матерії, внутрішній зміст речей, предметів, явищ. Він становить сутність простору і часу, як форм існування матерії.

Джерелом усіх конкретних форм руху матерії діалектичний матеріалізм вважає *внутрішні суперечності*, притаманні всім речам, а також зовнішню взаємодію між ними. Рух сам має суперечливу природу, яка виражається в наявності у ньому єдності постійного і змінного, перервного і безперервного, абсолютного і відносного, тощо. Абсолютна природа руху реалізується в окремих, якісно специфічних формах руху матерії.

Якщо рух - спосіб існування цілісних природничоісторичних систем, то чому ж не може існувати і окрема *геологічна* форма руху матерії?

Проблему відповідності об'єкта геології та способу його існування поняттю геологічної форми руху спробуємо вирішити через аналіз геології, як науки.

Земля, як планета, є неоднорідною, складною, і в той же час *цілісною матеріальною системою*, що складається з ядра, нижньої та верхньої мантії, земної кори, гідро- та атмосфери. Як у генетичному, так і у структурному плані геологічний розвиток, по суті, визначається формуванням і зміною тісно пов'язаних між собою оболонок - літосфери (кори), атмосфери і гідросфери.

Сучасні данні науки про зміни геологічних процесів у часі і просторі свідчать про те, що цим явищам притаманна чітко зорганізована упорядкованість, причому упорядковані геологічні процеси знаходяться у *генетичному* та *історичному* взаємозв'язку. Саме організований, а не

хаотичний взаємозв'язок процесів та їхня кількісна і якісна мінливість в часі, відбиває певну особливість, специфічність геологічної форми руху.

В процесі теоретичного та практичного освоєння свого об'єкту геологія напрацювала „індивідуальний” **понятійний апарат**, що створює чітку специфічну систему, яка без істотної втрати інформації **не може бути** перекодованою ні на мову фізики, ні хімії, ні будь-якої іншої науки. І якщо поняття вважати не лише символами, а більш-менш вірними копіями предметного світу, то слід визнати за **якісно відокремленою системою понять і якісно відокремлений природний об'єкт**. Про це свідчить також система методів та законів геологічних наук.

Який об'єкт ховається за системою геологічних понять, законів, методів? Це, передусім, земна кора з її просторовими і часовими межами, з її речовинним складом, її структурами, рухами і процесами, її генетичними зв'язками і об'єктами, що втягнуті у господарчу діяльність. Поняття, закони, методи геології мають сенс, „працюють” лише у межах цього матеріального утворення. Таким чином, **земна кора є якісно відокремленим закономірним ступенем розвитку природи**.

У будові природних систем слід відрізнити: елементи і рівні субстрату, з якого будується система (*зовнішня структура*) та елементи і рівні субстрату, які обумовлюють способи існування даної системи (*внутрішня структура*). Специфічною особливістю будови земної кори є і те, що у ній вперше в еволюції природи тверда, рідинна та газова фази речовин об'єднуються, безпосередньо взаємодіють між собою, переходять одна в одну, характеризуючи якісну ідентичність земної кори. При цьому узгодженість форми і змісту геологічних утворень - конкретний вираз нерозривності матерії і руху, тектонічних структур і структуроутворюючих рухів. Таким чином, **об'єкт геології** - багаторівневе, складно розчленоване утворення, основним мотивом будови якого є роздвоєння на елементи протилежної якості (континенти і океани, гори і долини, антиклінали і синклінали і т.д.)

Подібне складне утворення, що сформувалося завдяки взаємодії протилежних за змістом процесів (ендогенних та екзогенних) не може існувати скільки-небудь довгий час без взаємної обумовленості, кореляції і координації, без закономірних зв'язків та супідрядності елементів, що його складають. Така підтримка складного утворення можлива лише в процесі постійної організації і самоорганізації відкритої, цілісної геологічної системи. Якби цього не відбувалося, то, наприклад, головні структурні елементи земної кори - континенти - були б знищені, тобто зрізані до рівня океану усього за 10 млн. років - час, що складає менше 1/100 млн. частки часу існування земної кори. Об'єкт геології - земна кора - що є стійким, складно диференційованим та координованим, вельми рухливим утворенням, не може існувати інакше, ніж у вигляді цілісної системи, тобто системи, що саморухається, самоорганізується, саморозвивається.

Що ж обумовлює цілісність геологічної системи? Щоб відповісти на це питання, слід мати на увазі, **по-перше**, що вона у своєму розвитку керується основними діалектичними закономірностями, а **по-друге** - що теорія і зміст

геології, як науки, що вивчає цілісну систему, є окремим випадком діалектики. Внаслідок цього для розкриття сутності геологічної системи необхідно знати і застосовувати у дослідженнях діалектичну теорію розвитку.

Становлення об'єкта геології пов'язане з виникненням на планеті *гідросфери*. Лише з цього моменту з'являється найважливіший компонент - природні води і результат їхньої діяльності - осадові породи. Без „роздвоєння” поверхні Землі на акваторію і сушу неможливо уявити існування геологічної системи. Історія геології свідчить про те, що формування її, як самостійної науки, пов'язане з усвідомленням визначної ролі води в житті планети. Вода відіграє виняткову роль не лише у поверхневих (екзогенних), а й у глибинних (гіпогенних) процесах. Тому справедливими є слова видатного нашого вченого В.І. Вернадського про те, що вода „...визначає і створює основні риси механізму земної кори, аж до магматичної оболонки”.

Вода є одним з основних *джерел руху* геологічної системи. Поява її на поверхні планети перебудовує існуючу до цього систему рівноваги. Додаткове навантаження шару води призводить до прогинання ділянок, покритих нею, та збільшення контрастності рельєфу, а відповідно - і до зростання потенційної неурівноваженості гравітаційного сфероїда. Внаслідок цього позитивні форми рельєфу (блоки суші) характеризуються більш високою потенційною енергією, а маси, що їх утворюють, мають тенденцію до переміщення на рівні з меншою потенційною енергією. Якщо зв'язки між масами порід, що складають літосферні блоки суші, порушуються (поява розломної тектоніки), може відбуватися перетворення їх у негативні форми рельєфу і навпаки. Таким чином, структурність зворотних зв'язків між рухами має місце як на поверхні планети, так і на межі літосфери та верхньої мантії. Це забезпечує постійне відтворення протиріч у системі, а разом з тим і саморухливість геологічної матеріальної системи. При цьому зворотні зв'язки, які виникають на протязі геологічної історії, забезпечують і саморозвиток геологічної системи.

Внаслідок цього *саморозвитку* (розвиток, причина якого міститься у самій речі чи системі, що розвивається) континентальна кора через зрізання гранітного шару і виливи базальтів перетворюється в океанічну, а суша стає морем. На цьому цикл розвитку завершується, щоб дати початок новому. Розвиток геологічної системи відбувається у межах кругообігу, що складається з двох напрямків: *геосинклінального* та *геоантиклінального* процесів.

Геосинклінальний та геоантиклінальний процеси виступають в один і той же час, як протилежні і як нерозривно пов'язані між собою, так як кожен з них є умовою для іншого. З одного боку - кожний з цих процесів підтримує протікання протилежного, а з іншого - геоантиклінальний процес готує поле діяльності для геосинклінального і навпаки. Завдяки діалектичному зв'язку між ними здійснюється *саморух* і *саморозвиток* геологічної матеріальної системи.

Інакше кажучи, існування і розвиток геологічної матеріальної системи забезпечується обміном речовин і енергії між двома протилежними частинами системи, наявністю великого геологічного кругообігу, що полягає у

циклічному перетворенні моря в сушу (геоантиклінальний процес) і суші у морське дно (геосинклінальний процес). Оскільки кругообіг не є повним, то відбувається ніби деяке повернення до старого. І тому кожний новий цикл є кроком до прогресивного розвитку матерії планети, її еволюції.

Безпосереднім результатом *геологічної форми руху матерії* є диференціація великих мас вуглецю та його сполук, зокрема вуглеводнів, виокремлення на певній стадії розвитку геологічної системи *вуглецевого циклу*. Окрім того, продуктами геологічної системи є розчини та колоїди, які слугують будівельним матеріалом біологічних систем. Геологічні рухи створюють і умови існування життя (зокрема - ґрунти), а також через зміну цих умов обумовлюють і біологічну еволюцію. Виникнення і розвиток життя, таким чином, є *основним результатом* геологічної форми руху матерії, на яку життя здійснює потім все більшу зворотню дію.

Логічний (структурно-функціональний) розгляд геологічної системи підтверджує, що виявлені у історичному аналізі *єдність* і *протилежність* континентів та океанів є основою саморуху і саморозвитку геологічної системи. Таким чином, геологічний рух характеризується усіма рисами *самостійної форми руху матерії*.

Геологічна (гідролітна = вода+порода) форма руху матерії є безпосереднім етапом переходу від неорганічної природи до органічної. Геологія досліджує цілісну специфічну систему, до якої входять літосфера та гідросфера, що взаємодіють з атмосферою, мантією та біосферою. Основними структурними елементами геологічної системи є континентальний та геологічний сегменти Землі. Взаємодія протилежних підсистем здійснюється через обмін речовинами та енергією. В результаті утворюється геологічний кругообіг матерії, двома гілками якого виступають геосинклінальний та геоантиклінальний процеси, що трансформують структури геологічної системи.

Кожний наступний цикл здійснюється на новій основі та призводить до все більш тонкої диференціації матерії і утворення все більш високоорганізованих систем аж до живих.

Виходячи з викладеного, *геологічну форму руху матерії можна визначити, як спосіб існування цілісної гідролітної системи, основу якої складають циклічні фазові перетворення речовини земної кори, що здійснюються в межах взаємодії „суші” і „океану”*.

Завдяки виділенню і обґрунтуванню існування геологічної форми руху та розкриттю її суттєвих рис виникають широкі можливості подальшої розробки теоретичних основ геології. З'ясовуються принципи об'єднання нижчих форм руху (фізичної, хімічної та ін.) у нову, *вищу*, спільноту, що не лише дає змогу встановити питому вагу кожного з багаточисленних окремих процесів, які складають геологічні рухи, а й дозволяє синтезувати данні багатьох наук про Землю. Це дозволяє привести до раціональної системи як увесь цикл геологічних знань, так і методи, що ними застосовуються.

3.2. Циклічність, як діалектична концепція геологічних знань

Уявлення про циклічність геологічних процесів надійно закріпилося у геології. Ця концепція дозволяє формулювати як важливі теоретичні положення геологічної науки так і нові проблеми геології.

Сутність *категорії циклічності* в геології полягає у наступному:

1. Різні геологічні процеси мають циклічну структуру. Циклічність проявляється, як загальна властивість геологічного розвитку.

2. Циклічна структура розвитку геологічних систем не виключає незворотних змін у процесах, а навпаки, передбачає їх. Незворотність у даному випадку проявляється у деформуванні структури циклів, „неповторності” прояву кожного з них. Незворотність розвитку є внутрішньою властивістю циклічної структури.

3. Відхилення від закономірно-впорядкованої картини циклічності призводять до того, що кожний цикл нижчого порядку перетворюється у цілком визначений етап циклів більш крупного масштабу. Нерівнозначність різних циклів утворює конкретну причину поступального характеру розвитку геологічних систем.

4. Для геологічних процесів дуже характерною є певна ієрархічність геологічних циклів різних порядків і природи. Як правило, кожний з циклів складається з ряду циклів нижчого порядку, а сам, у свою чергу, разом з іншими однотипними циклічними утвореннями включається у циклічну структуру більшого масштабу і порядку. Таким чином, структура розвитку великої геологічної системи є співвідношенням циклів різного рангу: розвиток виступає, як результуюча різного типу циклів.

5. Однією з особливостей геологічного циклу є певна плавність, розтягнутість у часі. Будь-які різкі відхилення лінії розвитку не характерні для геологічної еволюції. І навіть якщо відбувається стрибкоподібне нарощування якості процесів, цей стрибок займає досить значний проміжок часу.

6. Для геологічних циклів характерним є те, що кінцевий ступінь розвитку не дуже відрізняється від початкового. Це пояснюється тим, що якісні зміни окремих геологічних систем, що здійснюються в межах циклу, досить жорстко обмежуються загальною суттю геологічної форми руху. Дійсно, тверда оболонка Землі у цілому динамічно „консервативна” і стабільна за основними своїми суттєвими параметрами. Тому якісні зміни елементів у сфері динамічно стабільного цілого не повинні носити дуже сильних „збуджень”.

7. Поступовість, спрямованість у геологічному розвитку реалізується через ряд послідовних циклів. Процес геологічного розвитку має поліциклічну структуру. Принцип поліциклізму безпосередньо припускає: а) незначеність кожного циклу; б) незворотність розвитку на протязі кожного циклу; в) складну ієрархію циклів різних порядків і природи.

Ґрунтуючись на цих висновках, спробуємо показати значення діалектичної концепції циклічності для деяких методологічних і теоретичних проблем сучасної геології.

I. Місце геології у природничонауковій картині світу

Побудова природничонаукової картини світу вимагає використання всієї сукупності природничих знань на базі діалектико-матеріалістичної методології. Оскільки така картина - узагальнена теоретично-логічна модель матерії, що рухається і розвивається, то для визначення місця геології у ній необхідно уточнити положення геологічної форми руху серед інших форм руху матерії.

Геологічну форму руху слід розглядати як сполучну ланку між генетично попередніми формами руху матерії і як основу для функціонування наступних *форм*. Вона виступає як необхідна умова для активної еволюції матерії - утворення життя. Геологічні знання - необхідна умова для екстраполяції практично усіх інших знань, оскільки центром перетину об'єктів більшості наук є наша планета і, відповідно, уся система об'єктів, що відбивається у геологічній науці.

Сучасна картина світу - це перш за все - цілісна динамічна модель функціонування об'єктів різної складності зі своїми законами. За для того, щоб природно-наукова картина носила діалектичний характер, вона повинна відбивати протиріччя між стабільністю та мінливістю.

Циклічний характер мікро-, макро- і мегапроцесів передбачає утворення нової якості, що і дає можливість зробити картину об'єктів діалектично стійкою. Діалектична стійкість - це насамперед рівновага у русі і рух у рівновазі, що характеризує ті параметри системи, які періодично репродукуються, повторюючи себе без змін.

Різні елементи геологічної системи включено до різних циклічних процесів, причому цикли мають різний ступінь спільності і знаходяться у певному взаємозв'язку (наприклад, хімічний цикл створення молекул, пов'язаний з відповідними фізичними, енергетичними та ін. циклами). Таким чином, ***категорія будь-якого (діалектичного) циклу виконує функцію структурно-ієрархічного упорядкування фрагментів розвитку природи.*** В цьому і полягає діалектика геологічних процесів.

Основою діалектики геологічних процесів, її визначальним принципом є ***закон єдності і боротьби протилежностей*** - вчення про суперечності як внутрішню причину саморуху і саморозвитку геологічної системи, як причину існування геологічної форми руху матерії. Матеріалістична діалектика, на яку ми спираємося у пізнанні геологічних об'єктів, процесів та явищ є, з одного боку, загальною теорією розвитку, а з іншого - теорією пізнання.

В сучасній геологічній науці ***діалектика, як наука про універсальні закони руху і розвитку природи*** набуває все більшого значення. Вихідним принципом діалектичного способу мислення є ***пізнання істини*** через осягнення єдності протилежних визначень предмета. Діалектика є вивченням суперечностей в самій суті предметів. А умовою пізнання всіх процесів світу в їхньому саморусі є пізнання їх як ***єдності протилежностей.***

Все, що існує у геологічному середовищі (включно з циклічністю), має свої внутрішні суперечності, які неминуче змушують його змінюватися, набирати нових форм, розвиватися. Розв'язання суперечностей є переходом

від єдиного якісного стану до іншого, що завжди здійснюється у формі стрибка, перерви поступовості, шляхом переходу кількісних змін у якісні. А якісні зміни є зрештою переходом від нижчого до вищого, поступальним, спіралеподібним, циклічним розвитком, де вищій ступінь заперечує нижчий, зберігаючи і вдосконалюючи на новій основі надбання минулого.

Основними законами діалектики є:

- 1) перехід кількісних змін до якісних;
- 2) єдність і боротьба протилежностей;
- 3) заперечення заперечення.

Діалектика розкриває також закономірні зв'язки *між необхідністю і випадковістю, можливістю і дійсністю, сутністю і явищем, змістом і формою та ін.*

Специфіка різних об'єктів природи накладає відбиток і на їхній діалектичний розвиток, тобто на особливості відповідних циклів у яких вони приймають участь (з точки зору їхньої циклічної структури).

Поняття циклу дозволяє більш детально проаналізувати поняття „закон”. Саме завдяки діалектичній трактовці циклічності розкривається співвідношення стійкості, мінливості і спадкоємності, що зазначено у законах, які пояснюють зміну і розвиток різних конкретних форм геологічної матерії. Окрім того, цикл може виступати і у формі результуючої групи законів. А оскільки природничонаукова картина світу - це перш за все певна сукупність законів, що стосується різних об'єктів і рівнів, пов'язаних діалектичною методологією, то саме ефективно повторення такої картини повинне спиратися на правильне використання категорії циклу у всіх її відтінках і варіаціях.

Якщо прийняти до уваги, що на протязі великих проміжків часу відбуваються якісь закономірні зміни у характері різних природних процесів, то саме геологія має суттєвий матеріал, необхідний для з'ясування незворотності, спрямованості і швидкості цих змін. Відповідно і *геологію* можна розглядати, як *науку про закономірності зміни якостей специфічних процесів в історії природи.*

Геологічний час вимірюється на основі циклічних процесів. Однак, оскільки особливістю циклів є *незворотність і спрямованість* розвитку на протязі кожного з них, це як раз і дозволяє виявити закономірності еволюції процесів у часі і, таким чином, виконати основну функцію геології в системі природознавства.

II. Відбиток уявлень про циклічність у геологічній методології та розумінні геологічних законів

Однією з головних задач геології є відтворення історії різних геологічних об'єктів, тобто у цьому випадку дослідження спрямоване від древніх станів до сучасних. Проте, цю задачу можна вирішити лише з застосуванням *актуалістичного методу*, що має на меті зворотній шлях пізнання - *від сучасних станів геологічних об'єктів до відтворення характеру їхніх станів в минулому.* Таким чином, історичне дослідження в геології значною мірою визначається використанням актуалістичного методу, який виступає, як структурно-формаційна основа методу пізнання. Таке

уявлення про геологічну методичку прямо витікає з аналізу співвідношень циклічності і незворотності у розвитку. Але, якщо раніше (за Ч.Лайелем) актуалізм було побудовано на метафізичній гіпотезі замкненого циклічного руху, то ***сучасна геологія ґрунтується на діалектичному розумінні розвитку, що пропонує циклічну форму геологічних процесів з необоротною структурою.***

Діалектичні уявлення про циклічність процесів є важливими для розуміння геологічних законів. Дійсно, геологічні закономірності не є незмінними - вони зазнають певної еволюції у часі. У цьому полягає одна з суттєвих особливостей геологічного знання. При чому зрозуміти, визначити характер часових змін геологічних законів можна за допомогою такого погляду на циклічність, коли циклічна структура розвитку включає в себе незворотність і поступовість процесів.

III. Концепція циклічності і системно-структурний підхід у геології

Необхідність застосування засобів системно-структурного підходу у геології набуває значення у зв'язку із все більшою математизацією геології.

Першою задачею на шляху використання системного підходу для цілей математизації геологічних знань є розробка критеріїв розчленування геологічного матеріалу на такі структурні рівні і підсистеми, кореляція знань про які дозволила б створити єдину, цільну систему уявлень про даний об'єкт.

Проте для вирішення задачі структурного розчленування системних геологічних об'єктів можуть бути корисними уявлення про циклічність процесів. Основою для застосування таких уявлень є складна ієрархія геологічних циклів, коли цикл великого масштабу може бути розкладений на систему циклів нижчого порядку. Тим самим може бути досягнутою можливість природничого структурного розчленування геологічних об'єктів. Завдяки складній і закономірній ієрархічності циклів, коли кожний з них складається з менших, стає можливим деталізувати зв'язки і умови при побудові проміжних моделей, враховувати елементи незворотності і поступовості, які відрізняють один цикл від іншого. Все це робить більш достовірним знання, отримане при застосуванні історичного підходу.

Підсумовуючи, можна сказати, що в цілому намічаються три основні площини використання концепції циклічності у теоретичній геології:

1. Застосування уявлень про циклічність процесів, як вихідний пункт і методична основа для побудови та класифікації геологічних систем різного рівня.
2. Врахування цих уявлень для формування деяких специфічних методів і прийомів аналізу розвитку геологічних систем.
3. Концепція циклічності може виступати як логічний принцип, що постійно уточнює місце і роль геології як в системі інших наук, так і у сфері природничонаукової картини світу.

3.3 Час у геології

Одним з визначних факторів у геологічних науках є фактор часу. Як філософська категорія час характеризує послідовність існування явищ які змінюють одне, відокремленість різних стадій розвитку і тривалість матеріальних процесів. Разом з простором – філософською категорією яка виражає співіснування і відокремлення речей одна від одної – вони відображають основні форми існування матерії. Діалектичний матеріалізм, виходячи з об'єктивного, незалежного від свідомості, існування матерії, визнає об'єктивність цих двох категорій. Натомість, ідеалізм заперечує об'єктивно – реальне існування часу і простору, розглядаючи їх як похідні від індивідуальної свідомості (Берклі, Мах), апріорні форми чуттєвого світогляду (Кант) або як категорії абсолютної ідеї (Гегель).

Ми розглянемо категорію часу і, зокрема, часу у геології з позицій діалектичного матеріалізму.

Оскільки час є об'єктивним і реальним, датування різноманітних подій геологічної історії є неможливим без шкали геологічного часу (геохронологічної шкали).

В основі уявлень про геологічний час лежать не безпосередні виміри протікання будь – яких періодичних процесів, а реконструкції їхнього протікання за фіксованим у геологічному літопису явищами. Це положення вперше було сформульоване Леонардо да Вінчі.

Часові співвідношення між явищами геологічного минулого нашої планети можна розшифрувати лише через просторові співвідношення геологічних тіл. З цього витікає, що відбитком часу у геології є матеріальні документи її історії (товщі гірських порід, залишки органічного життя, тектонічні структури і т. ін.).

Як зазначав академік В.І. Вернадський, час є одним із основних, невід'ємних від її змісту, проявів речовини. Тому специфіка поняття “геологічний час” визначається специфікою виникнення геологічних об'єктів. Ще Ч.Дарвін першим відмітив, що дослідження будь – якої формації не надає нам ніякого уявлення про тривалість часу, що потрібний для її відкладення. Він вказав на значення внутрішнє – та міжформаційних перерв і створив вчення про неповноту (неадекватність) геологічного літопису. Результати досліджень вказують на те, що середні швидкості осадконакопичення для різних епох і різних тектонічних зон значно поступаються швидкості накопичення осадків у сучасних умовах. Ця обставина у сукупності з низкою геологічних факторів вказує, що фіксовані у розрізах товщини пластів не є інтегральним підсумком осадконакопичення, а являють собою середньостатистичний результат дії екзогенних факторів. Оскільки про час у геології можна судити лише на основі матеріальних об'єктів, то й поняття «геологічний час» за своєю сутністю є середньостатистичним.

В цьому полягає кардинальна різниця понять „фізичний” і „геологічний” час. Оперуючи поняттям „фізичний час” ми маємо на увазі, що тривалість будь

- якого явища можна отримати додаванням тривалості існування елементів, що його складають (секунди, хвилини, години, дні, місяці, роки і т.ін.).

Положення про адекватність тривалості формування будь - якого геологічного явища сумі тривалості виникнення елементів, що його складають потребує введення спеціального постулату. Останній можна сформулювати таким чином: ***тривалість формування фіксованого у земній корі геологічного явища дорівнює середньостатистичній сумі тривалості утворення його елементів.***

Модель геологічного часу можливо побудувати лише на базі загальної теорії реального часу. Але у розумінні часу існують різні концепції, серед яких можна виділити три головні, про які згадувалося раніше: суб'єктивно - реалістичну, метафізичну і релятивістську. Саме на останню ми й спираємося у геологічних дослідженнях. Сутність її чітко сформульовано Ф.Енгельсом: „основними формами усякого буття є простір і час”.

Сучасні данні науки про зміни геологічних процесів у часі (і просторі) доводять, що цим явищам властива чітко організована упорядкованість, причому впорядковані геологічні процеси знаходяться у генетичному та історичному зв'язку. Саме організований, а не хаотичний взаємозв'язок останніх у часі відбиває певну особливість, специфічність геологічного процесу.

Одночасність і послідовність геологічних процесів обумовлює особливу роль часу для них, у порівнянні з фізичними і хімічними процесами. Це безпосередньо відбивається в історичному характері геологічних законів на відміну від фізичних і хімічних законів, що діють поза історичним часом.

Хоча у фізичних і хімічних процесах час також відіграє певну роль (оскільки він необхідний для існування явищ), закони, що керують ними, залишаються індіферентними до часу. Незалежність фізичних і хімічних законів від часу робить їх постійними і обов'язковими на всіх ділянках Всесвіту і на усіх ступенях його розвитку □ на протигагу геологічним закономірностям, які є обов'язковими лише для конкретних геологічних об'єктів (планет, континентів, океанів, структур і т.ін.).

Особлива роль часу для геологічних процесів (на відміну від фізичних та хімічних) визначається кількісною і якісною мінливістю цих процесів. Мінливість означає, що різні стадії геологічних процесів і відповідно сукупності фундаментальних явищ, що лежать у їхній основі, закономірно протікають в залежності від хронологічної періодичності. Закономірність змін елементарних процесів в часі, таким чином, організується і направляється (визначається) існуючими взаємозв'язками між різними геологічними процесами як більш значними і якісно відмінними одиницями виміру.

Часові відносини між геологічними явищами можна встановлювати за допомогою ***метрики***, основаної на аналізі фіксованих у земній корі слідів стадійності розвитку будь-якого процесу.

Що ж таке ***метрика геологічного часу?*** Це - ***абстрактна модель, що відбиває якості реального часу.*** Розглянемо загальні принципи побудови метрики часу. Стосовно до простору й часу метричні властивості речей, явищ,

процесів містяться у їхній просторовій і часовій протяжності. Числовий вираз останньої дозволяє надавати кількісну визначеність однаковим класам реально існуючих об'єктів. Таким чином, метричні якості простору і часу, що виступають як фізичні величини, дають можливість порівнювати будь-які об'єкти шляхом їхнього виміру. Для побудови геологічної метрики («годинника») за основу можна приймати будь-який, але лише один якісно визначений клас явищ.

Градування часових координат в геології ґрунтується на аналізі етапності розвитку процесів, пов'язаних з хімічною, біологічною та геологічною формами руху матерії. Саме на стадійності розвитку процесів, що відносяться до геологічної форми руху, ґрунтується більшість метрик.

Незворотньо - поступовий хід геологічного руху проявляється в процесах, пов'язаних з тектоно – магматичними циклами, які є відбитком внутрішнього ритму цієї форми руху. Тектоно – магматичні цикли проявляються у процесах осадконакопичення, тектогенезу, магматизму, метаморфізму, рудоутворення, промивання гідрогеологічних структур, тощо.

Всі вони є взаємопов'язаними і характеризуються якостями повторення і незворотності розвитку. Це дає можливість в принципі використовувати будь-який з них як своєрідний “годинник”. Найчастіше такими годинниками слугують процеси тектогенезу і літогенезу.

Існують різні способи вимірів геологічного часу: запропонована Дж. Холдейном одиниця виміру темпів еволюції - “дарвін”; одиниця виміру швидкості осадконакопичення - “бубнов”; одиниця виміру швидкості розпаду радіоактивних елементів - “1 млн. років” і т. ін. За їх допомогою вимірюється тривалість геологічного часу. Але такі виміри є суб'єктивними і неправомірними на відміну від геологічних ер, періодів, епох і т. ін., які виділено на основі тектонічних, стратиграфічних, палеонтологічних та радіометричних досліджень. Останні є абсолютними і рівноправними, оскільки відбивають об'єктивну стадійність розвитку різних за своєю природою процесів, які властиві неоднаковим формам руху матерії.

Таким чином, ***час у геології (разом з простором) є основою геологічного руху матерії.*** Об'єктивне визначення геологічного часу має суттєве практичне значення, оскільки від цього залежить як правильність геологічного моделювання, так і тектонічні, палеогеографічні, гідрогеологічні та ін. побудови на яких ґрунтується прогнозування і пошуки родовищ корисних копалин.

3.4. Про характер закономірностей у геології та гідрогеології

Встановлено, що багатьом з геологічних наук властиві закономірності функціонального характеру. Є вони і у гідрогеології, хоча вивчення підземних вод мало більш практичний інтерес.

Що ж таке закономірність? Філософська ***категорія закономірності***, що тісно пов'язана з категорією закону, ***означає, насамперед, певну впорядкованість подій, відносно постійність, сталість головних***

детермінуючих факторів, регулярність зв'язку між речами. На перших ступенях пізнання відповідна залежність між речами виступає як закономірність. Ця ж сама залежність формулюється як **закон**, коли знання про неї набувають повнішого і конкретнішого характеру, фіксуючи конкретне співвідношення між певними речами.

Протиріччя між фактами, що накопилися і рівнем теоретичного знання є однією з основних внутрішніх причин розвитку науки. Нові емпіричні дані призводять до перегляду гіпотез. Так, ще донедавна превалювала теорія про фіксоване положення континентів та океанів (фіксистська тектонічна теорія). Завдяки новим дослідженням із застосуванням сучасних методів було встановлено, що окремі літосферні плити постійно рухаються. Це призвело до того, що фіксистську теорію було змінено на теорію літосферних плит, якою і керується зараз переважна більшість геологів.

Розвиток геології, з одного боку, йде шляхом широкого використання статистичних методів, із застосуванням найновіших технічних засобів, а з іншого - вона все більше використовує методи самих різних галузей науки.

Новий етап у розвитку геології пов'язаний з розглядом геологічних процесів як сукупності астрономічних, фізичних, хімічних і біологічних процесів. Така сукупність є якісно-своєрідною формою руху матерії (геологічною формою - яку ми розглядали раніше).

Закономірності геологічних процесів та явищ за своїм характером не співпадають з законами фізики, хімії, біології, оскільки вони проявляються лише на певних етапах розвитку. Так, закономірна залежність формування хімічного складу підземних вод від складу водоуміщуючих порід та розвантаження флюїдів по зонах розломів проявляється протягом всієї геологічної історії Землі, проте ступінь дії цих факторів у різні геологічні періоди неоднакова.

Формування підземних вод відбувається внаслідок як зовнішніх так і внутрішніх факторів. Під зовнішніми маються на увазі фактори, що безпосередньо не пов'язані зі зміною геологічної обстановки формування вод. До них належать тектонічні рухи, фізико - геологічні умови, еволюція органічного світу та інші, що обумовлюють зміни у водоносних породах та басейнах поверхневих вод.

Під внутрішніми - розуміють впливи, пов'язані зі змінами місцевих умов фільтрації, перерозподілу у іонно - солевому складі вод, зміною показників рН та Eh і т. ін., що викликані дією протилежно спрямованих сил.

Чим меншим є масштаб резервуара підземних вод, тим більше проявляється безпосередня роль внутрішніх впливів. Саме цією закономірною залежністю підкреслюється нерозривний діалектичний зв'язок між внутрішнім та зовнішнім впливом.

Взаємодія закономірних факторів і випадкових явищ залежить від масштабу процесів формування підземних вод. Чим більшим є масштаб цього процесу тим більш значно проявляється дана закономірність. Зовнішні впливи, у порівнянні із внутрішніми, пов'язані з явищами, що діють у більш широких

масштабах. Тому відповідні закономірності у цьому випадку виявляються простіше.

Знаходження підвищених концентрацій певних асоціацій гідрогеохімічних елементів - індикаторів над рудними об'єктами, напірність вод у артезіанських басейнах, підвищені температури води у районах тектонічної активізації (що пов'язується з інтенсифікацією теплового потоку та ін. - все це гідрогеологічні закономірності, що обумовлені геологічними (*зовнішніми*) особливостями. З іншого боку, наприклад - підвищена або знижена рухливість окремих хімічних елементів у водяних розчинах (що пов'язана із фізико - хімічною обстановкою середовища міграції), мінералізація підземних вод, що контролюється сумою розчинних солей є закономірностями, обумовленими *внутрішніми* факторами.

Єдність і боротьба протилежностей як рухома сила формування хімічного складу підземних вод проявляється у *привносі і виносі* ними мінеральних речовин, *руйнуванні та утворенні* водоуміщуючих товщ та водотривів, змішуванні інфільтраційних та глибинних вод.

Закономірним у цьому є те, що формування вод завжди пов'язане з процесом вирішення протиріч між глибинними (ендогенними) та поверхневими (екзогенними) процесами.

З розвитком гідросфери хімічний склад підземних вод постійно змінюється, урізноманітнюючи типи існуючих та стимулюючи появу інших протиріч у системі. Це обумовлює виникнення *нових закономірностей*, існування котрих забезпечується тією ж боротьбою протилежних факторів у єдиній системі „вода - порода - газ - жива речовина”.

Таким чином ***закономірності у геології (і гідрогеології. зокрема) виникають в процесі впорядкованого перебігу подій у геологічній історії і обумовлені єдністю та боротьбою протилежних за походженням і спрямованістю факторів.*** Саме усвідомлення окремих закономірностей у будові і розвитку геологічних систем і підсистем певного класу дозволяє нам вивести закони природи та створити об'єктивну картину світу.

Модуль 4. Методологія геологічних наук

4.1. Взаємозв'язок структурного, генетичного і системного підходів у геологічних (гідрогеологічних) дослідженнях

Питання специфічних підходів при дослідженні геологічних об'єктів - одна з актуальних проблем як теоретичної геології, так і її філософських питань. Задача структурного підходу полягає у розчленуванні системи, що досліджується, на частини, у виявленні специфічних інваріантів системи.

Генетичні зв'язки характеризують систему з боку її розвитку, а також послідовності виникнення і розвитку її елементів. Тому на основі аналізу різних факторів геологічної науки робиться такий висновок: уявлення про генетичні зв'язки системи можна скласти на основі її структурних зв'язків, а конкретні знання про генезис системи можливі лише завдяки врахуванню структурних зв'язків. **Системний підхід**, значення якого у сучасній науці збільшується, нерозривно пов'язаний з виявленням структури складного об'єкта, що вивчається. Зв'язок системного, історичного і генетичного підходів є основою наукових досліджень в геології.

Перед тим, як розглядати зазначену проблему в цілому, визначимося з поняттям системи (*від грецької - ціле, складене з частин, об'єднання*).

Система - сукупність визначених елементів, між якими існує закономірний зв'язок чи взаємодія.

Системою є кожний предмет або явище реальної дійсності, які складаються з виділених частин, що об'єднані у єдине ціле. Тому **найважливішими рисами системи є розчленованість і цілісність**. Сукупність якісно визначених елементів становить зміст системи. Сукупність закономірних зв'язків між елементами - внутрішню форму або структуру системи.

Системи можуть утворювати окремі тіла, явища, процеси, що вступають між собою у взаємодію, обмінюються енергією, виконують спільну функцію тощо.

Враховуючи природу елементів, системи поділяються на матеріальні, що існують в об'єктивній реальності (геологічна, галактична та ін.) та ідеальні, які відображають об'єктивний світ і є виразом людської свідомості (наукова теорія, гіпотеза та ін.).

За кількістю елементів розрізняють *прості і складні* системи, а за характером зв'язків - *динамічні і схоластичні*.

Окремі предмети і явища можуть являти собою цілі *ієрархії систем*. Так, водоносний комплекс є системою водоносних горизонтів і разом з цим елементом системи гідрогеологічного басейну.

Враховуючи визначення системи як філософської природничої наукової категорії, в процесі дослідження геологічних об'єктів можна виділити багато різних систем, для яких необхідно конкретно обґрунтовувати їхню цілісність та способи виділення елементів, що складають систему.

Найсуттєвішою характеристикою системи є її *структура*, під якою розуміють певну впорядкованість взаємозв'язків між елементами. Поняття „структура” ми будемо застосовувати як властивість на відміну від розуміння його, наприклад, у геотектоніці, де воно застосовується у „речовому” смислі (платформа, геосинкліналь, складка, розлом та ін.). Структура системи характеризується: 1) певним складом елементів, що обумовлюють специфіку структурних зв'язків системи; 2) способом зв'язку та взаємодії виділених елементів системи.

Структура системи, що розвивається виступає у кожний момент часу як певний результат розвитку, тобто у структурі ніби фіксується певний „зріз” процесу у даний момент часу. Для того, щоб усвідомити протікання процесів у часі, важливо виявити *генезис системи*.

Генетичні зв'язки характеризують розвиток системи, послідовність виникнення і вдосконалення її елементів. У генетичному відношенні у системі можна виділити генетичні підсистеми які і будуть етапами її розбудови. Таким чином, генетичні зв'язки мають певну, особливу, структуру. Бо генетичні зв'язки відображають процеси формування тієї чи іншої структури, процеси взаємного перетворення структур.

Структурні зв'язки відповідають внутрішнім процесам структури, що склалася. Відмічаючи різницю між генетичними і структурними зв'язками системи, їхню певну самостійність, слід зауважити, що з'ясування генезису системи можливе лише через встановлення структур, що послідовно склалися.

Якщо виділити два граничних типи структур: просторовий і часовий, то вийде, що з першим типом пов'язаний статичний аспект пізнання систем, коли досліджуються лише найпростіші просторові переміщення їхніх структурних елементів. Результати такого дослідження, що прямо пов'язане з використанням поняття симетрії, застосовуються, наприклад, у кристалографії. Генетичні дослідження пов'язані із тимчасовим типом структур, коли системи розглядаються як такі, що розвиваються у часі. Тому поняття генезису тісно пов'язане з теоріями часу, які використовуються у даній галузі науки, і повинне досліджуватися без відриву від цих теорій.

У „Філософському словнику” (1973) термін „генезис” (*грецькою – походження, породження*) означає поняття, яке виражає виникнення та розвиток будь-якого якісно визначеного предмета чи явища. Генезис відображає також моменти закономірного розвитку явищ у їхніх суперечливих, взаємоопосередкованих тенденціях і взаємодіях. Категорія генезису особливо проникла в науки, які досліджують процеси розвитку, що привело до утвердження генетичного методу, як особливого методу пізнання. Генезис є моментом закономірного процесу розвитку явищ, пов'язаного з перервою поступовості і стрибкоподібним переходом у новий якісний стан. Генетичний зв'язок подій є породженням процесу розвитку. Два явища, що генетично пов'язані, знаходяться на різних ступенях розвитку і тому не можуть бути тотожними. Відповідно, в процесі пізнання необхідно встановити історію перетворення одного явища в інше.

З'ясування генезису означає більш глибокий рівень пізнання у порівнянні з описом, фіксацією властивостей об'єкта, оскільки таким шляхом нерідко встановлюється причинна залежність між явищами, генетично пов'язаними між собою, тобто, розкривається їхня сутність. Точніше кажучи, з'ясування генезису системи може відбуватися на двох рівнях: 1) як пояснення даного стану системи внаслідок звернення до опису її стану у певний колишній момент часу і закону розвитку системи; 2) шляхом визначення причини і закону, у відповідності з яким причина породжує даний стан системи. У причинному поясненні приймається до уваги внутрішній механізм цього генезису. Так або інакше, встановлення генезису – історичне дослідження, яке є необхідним не лише для виявлення еволюції системи у часі, але і для того, щоб розібратися у складній системі об'єктів, яка включає в себе елементи минулого розвитку у суттєво зміненому вигляді.

Обговорюючи проблему методології історичного дослідження, приходимо до думки, що *виявлення генетичних зв'язків систем, які вивчаються, неможливе без встановлення структурних зв'язків*, точніше кажучи, структурних „зрізів” процесів у різні моменти часу. Це обумовлено тим, що об'єкти генетичного аналізу, як правило, характеризуються часовою недосяжністю і не підлягають безпосередньому дослідженню. Тому доводиться мати справу з їхніми сучасними станами і на цій основі приходити до висновків про минуле. Така схема пізнання можлива внаслідок того, що у ***структурі наступного стану міститься результат попереднього розвитку***, хоча закони розвитку проявляються в структурі об'єкту у „чистому вигляді”, без деталей і випадковостей історичного процесу. У той же час об'єктивна і повна фіксація структурних зв'язків системи неможлива без врахування генезису компонентів структури, оскільки статистичне її відображення дає однобоку, неповну і врешті-решт спотворену характеристику системи. Так, вивчення форм залягання гірських порід у земній корі, що є предметом структурної геології, іде, звичайно, по лінії морфології (форми) тіл, у вигляді яких залягають гірські породи: шар, структурність шарів, тріщини, розривні зміщення і т.ін. Але для створення об'єктивного уявлення про структуру системи необхідно враховувати суперечливу єдність статичних „зрізів” системи з її генезисом, з її генетичною структурою.

Загальний висновок про співвідношення генетичного і структурного підходів у пізнанні є наступним: уявлення про генетичні зв'язки системи можна скласти на основі її структурних зв'язків, оскільки у структурі певним чином відбивається генезис системи. Але і ***уявлення про структуру системи повинні бути сформовані з урахуванням генетичних зв'язків, які значною мірою сприяють утворенню саме даної структури.***

Цю закономірність можна продемонструвати на основі аналізу геосинклінальної теорії, яка започаткувала структурний підхід у геології. Він забезпечувався тим, що у понятті „*геосинкліналь*” виділяється цілий ряд ієрархізованих понять: *геосинклінальний прогин*, *геосинклінальна система*, *геосинклінальна область*, *геосинклінальний рухомий пояс* і т.ін.. Такий підхід

був одразу реалізований у історичному аналізі розвитку земної кори і міцно закріпився у історичній геології.

Аналіз взаємовідносин генетичного і структурного підходів у геології дозволяє зробити висновок про їхню фактичну нерозривність при рішенні багатьох задач. Взаємозв'язок генетичного і системного підходів прямо і безпосередньо відбивається і у проблемах історичної системи при практичному використанні у науці принципу історизму. Генезис системи складається з генетичних етапів, кожен з яких є цілком конкретною підсистемою зі своїм генезисом і своїми етапами. Таким чином задача створення хронології системи зводиться до розробки критеріїв генетичного та структурного розчленування системи, що розвивається.

Специфіка системного підходу проявляється у тому, що:

1) система не може бути зрозумілою без протиставлення її навколишньому середовищу, а кожний елемент системи не може бути описаний без врахування його місця в системі;

2) в ході системних досліджень важливим є встановлення специфічних механізмів взаємозв'язку різних рівнів системного об'єкта;

3) дослідження системи є невід'ємними від аналізу умов її існування.

Необхідно відрізнити дослідження системного (складного) об'єкта і системне дослідження. При системному дослідженні головну увагу звертають на характер взаємовідносин між певними елементами об'єкта з метою з'ясування механізму розвитку об'єкта у його внутрішніх і зовнішніх характеристиках.

Специфічним є системне дослідження нашої планети, геологія якої настільки складна і багатопланова, що зведення її до єдиної системи з єдиними принципами і методикою досліджень просто **неможливе**. Земля може розглядатися, як сума різноманітних систем, що складаються з різних за сутністю елементів, які мають структури, що визначаються різними відношеннями і зв'язками.

Геологія характеризується такою пізнавальною ситуацією, коли відносно одного й того ж об'єкта існує декілька різних схем знання, які нерідко не узгоджуються між собою. Створення системної моделі такого об'єкта у цьому випадку можливе лише тоді, коли на самому початку будується модель, яка зможе пов'язати між собою різні уявлення про об'єкт і дати обґрунтування особливостям кожного його зображення. Таким чином, з'являється можливість систематизації різноманітного пізнавального матеріалу відносно складного об'єкта. У цьому випадку системний підхід не просто синтезує знання, отримані іншими методами, але й дає можливість отримувати нові відомості про об'єкт, які не можна отримати іншими шляхами.

Поліструктурність системного об'єкта вимагає не лише виділення ієрархізованих структурних рівнів геологічних об'єктів, але і їхнє вивчення. Ця задача, що була сформульована ще академіком В.І. Вернадським, починає все частіше згадуватися у зв'язку з новими проблемами розвитку наук про Землю (наприклад, з математизацією і комп'ютеризацією).

Наведений аналіз різних підходів у геологічних дослідженнях свідчить про те, що поєднання цих підходів – одна з найактуальніших проблем сучасної геології. Для її розв’язання слід вирішити такі задачі:

1. З’ясування специфіки геологічних підходів у дослідженнях нерозривно пов’язане з уявленням про геологічний час. Відповідно, обґрунтування теорії геологічного часу є не лише важливою методологічною, але й теоретичною задачею сучасної геології.

2. Проведення аналізу концептуальних систем сучасної геології і співвідношення різних геологічних теорій. Перш за все це стосується двох основних концептуальних систем, які складають фундамент теоретичної геології - генетичної та структурної теорій. Взагалі ж ця проблема перетворюється у проблему систематизації теоретичного знання сучасної геології.

3. Вирішення питання про рівні геологічного дослідження, для чого необхідною стає розробка багаторівневої системи геологічного знання.

4. Визначення співвідношень між різними геологічними закономірностями (історичними, генетичними, структурними і т.ін.) та регіональністю їхнього проявлення.

Успішне розв’язання цих задач і розробка шляхів їхнього вирішення дозволить підняти наукові дослідження в геології на значно вищий рівень.

4.2 Будова геологічного знання

Науки розрізняються між собою предметом і методами досліджень. Кожна з них досліджує свій особливий предмет, застосовуючи при цьому свій особливий метод або комплекс методів. Так, гідрогеологія з’ясовує динаміку і хімічний склад підземних вод, користуючись фізичними і хімічними методами; петрографія – склад і структуру гірських порід, користуючись методом мікроскопічного дослідження; а геологія в цілому досліджує склад, структуру і хід зміни геологічних тіл, що складають земну кору, застосовуючи комплекс методів – мікроскопічний опис порід, геологічне картування, геофізичні методи і т.ін..

На певній стадії розвитку *наука*, окрім свого традиційного предмета, *починає досліджувати і саму себе* – свою будову, свою здатність пізнати предмет і т.ін.

З яких же компонентів складається геологічне знання і як воно побудовано?

Розбивати знання на компоненти можна по-різному. Оскільки нас цікавить логіка геологічного знання, зробимо цю розбивку за функціями компонентів, але спочатку дамо поняття про відношення логіки до наукового знання.

Будь-яке знання має мовний вираз, так що з точки зору лінгвістики *наука – це сума висловлювань, що задовольняють правилам граматики і логіки*. Правила логіки напрацьовано в усіх *трьох* розділах науки, тобто у теорії *понять*, теорії *міркувань* та теорії *висновків*. У логіці, окрім того, є

загальний розділ, у якому формулюються її основні закони: закони тотожності, протиріччя, виключення третього та достатнього підґрунтя. Все це повинно бути врахованим при конструюванні наукових висловлювань.

Системоутворюючою ідеєю у геології, як вже наголошувалося є ідея *актуалізму* (принцип актуалізму або закон актуалізму). Історія геологічного знання є дуже короткою у порівнянні з історією земної кори. Тому пряма перевірка дійсності ідеї актуалізму неможлива, а непряма (за свідченнями давно минулих процесів) є далеко не беззаперечною у зв'язку з існуванням явищ *дивергенції* (появи різних наслідків з однієї причини) і *конвергенції* (появи однакових наслідків з різних причин). На цій основі ідею актуалізму нерідко визначають як постулат геології.

У кожній з геологічних наук, а також у кожній теорії, є своя *концепція*.

У гідрогеології є навіть *дві концепції*: одна з них – *хімічна*, а інша – *фізична* (динамічна). Взаємовідношення цих концепцій можна зрозуміти за допомогою принципу додатковості.

У науки у самому широкому розумінні слова є філософська *концепція детермінізму*, за якою зв'язки між явищами, що досліджуються наукою, задані причинно-наслідковими відносинами. Це концепція жорсткого детермінізму (визначеності).

Її прямою протилежністю можна вважати думку деяких вчених про всі явища природи, як про гру випадку (*стохастична концепція*). Але природа є дуже багатогранною і складною. У ній можна знайти прояви і жорсткого детермінізму (якщо прийняти якісь обмеження у просторі і часі) і стохастизму (якщо ніякими межами не обмежуватися). Взагалі, будь-який погляд на природу є обмеженим. Та більш близьким до дійсності є уявлення про те, що причинно-наслідковий зв'язок явищ є лише приватний випадок усіх зв'язків і що випадковість – це форма прояву необхідності, а необхідність – це сума випадковості. Виходячи з цього, *наукове знання слід будувати за допомогою широкої структурної концепції, яка включала б у себе у вигляді окремого випадку генетичну концепцію*.

Процес становлення і зміни будь-якого об'єкта ми повинні розділяти на якісь явища, фази, стани та знаходити їхню послідовність і взаємодію, відкривати рухомі сили і механізм процесу.

Перейдемо нарешті до компонентів наукового знання:

Доемпіричне знання. Це, головним чином, інтуїтивне знання. До його складу входять: а) визначення предмета досліджень; б) формулювання проблеми; в) евристичне знання.

Визначення предмета досліджень повинно бути логічно строгим, чітким і зрозумілим.

Проблема є формою переходу від неповного (того, що є зараз) до нового, більш повного знання. Постановка проблеми - перший крок до її вирішення.

Евристичне знання – це раптова думка без перебору всіх можливостей. Інтуїція хоча і є способом доємпіричного пізнання, приймає участь у всіх дослідженнях – і у збиранні фактів, і у відкритті законів, і у створенні прогнозів і т.ін..

Наукові факти. Наукові факти разом з їхньою документацією, систематизацією і описом звичайно називають емпіричним знанням. **Фактом** ми називаємо відображення у нашій свідомості того, що ми спостерігаємо у дійсності, причому відображення, яке оформилося у вигляді констатації. Поняттям, що є протилежним факту, є **фікція**. Проміжне положення займає **здогадка**, яка у подальшому може перетворитися або у факт, або у фікцію.

Принципово нові факти називаються відкриттями. Непередбачені відкриття свідчать про слабкість теорії і необхідність її заміни або удосконалення.

Найважливіший спосіб систематизації фактів – **класифікація**. У геології це: класифікації підземних вод, різних родовищ, запасів корисних копалин, стратиграфічна класифікація і т.ін.

Наукові факти, якщо вони встановлені, задокументовані і систематизовані логічно правильно, повинні лежати в основі теорії

Гіпотези і теорії. Гіпотези і теорії – головне у науковому знанні. Як ми знаємо, під гіпотезою розуміють будь-яке припущення про форми зв'язків явищ або про механізм явищ, які безпосередньо не спостерігалися. Мета гіпотези – пояснити існуючі факти, зв'язати їх у систему і з'ясувати – яких фактів не вистачає для перетворення гіпотези у теорію.

З гіпотез і проблем формується **гіпотетичне знання**.

У методології існує теорія гіпотези, яка вимагає від останньої:

- можливо більшої кількості пояснень фактам, зібраним у відповідній області;

- принципової можливості перевірки;

- прогностичної сили;

- логічної простоти;

- спадкоємності по відношенню до вже існуючого знання;

- несуперечності та природності.

Істинним вважається твердження, що відповідає дійсності. Але дійсність ми сприймаємо за допомогою почуттів, а твердження – це думка. А всяку наукову думку можна оцінити лише на основі мислення, тобто логічним шляхом. Гіпотеза, що успішно пройшла перевірку, перетворюється в теорію, тобто у дійсне знання.

Теорія – це сукупність логічно пов'язаних між собою ідей, що обґрунтовані фактами або аксіомами, які відкривають, описують, пояснюють стійкі взаємозв'язки предмета досліджень з іншими предметами, що слугують основою для прогнозування. З цього витікає, що ще до створення теорії вчений повинен мати факти, аксіоми та правила зв'язку ідей.

Щоб бути правильною, теорія повинна задовольняти наступним вимогам: повноти, доведеності, суттєвої новизни, внутрішньої узгодженості, евристичності, фактостійкості, логічної простоти і витонченості.

Номологічні висловлювання. Номологічні висловлювання – це висловлювання про закони природи і емпіричні узагальнення, а також про принципи і правила науки.

Ті науки, у яких є система номологічних висловлювань, мають назву *номотетичних* (фізика, хімія та ін.). Багато наук, проте, не мають своїх власних законів, використовують „чужі” закони або заміняють їх розпливчастими конструкціями. Це *ідіографічні* (описові) науки. До них, зокрема, відноситься і геологія.

Діахронічні екстраполяції. Діахронічні екстраполяції – це уявне перенесення існуючих закономірностей (у різних „розрізах часу”) на минуле (ретрогноз) або майбутнє (прогноз). І ретрогноз і прогноз є моделюванням подій, які, відповідно, відбувалися або відбудуться у геологічній історії. При цьому вірогідність того, що відповідний стан коли-небудь був або буде, завжди є меншою за одиницю. Тобто, абсолютно точний ретрогноз як і абсолютно точний прогноз є *принципово неможливим*, оскільки майбутнє не повністю визначається минулим. У природі є гра випадку, передбачити яку неможливо. З цим не рахуються лише фаталісти, але їхній світогляд лежить поза наукою.

Таким чином, усяке знання має *вірогідносний* характер.

Діахронічні екстраполяції можуть пов’язуватися з будь-якою концепцією, і тоді вони оформлюються, як *генетичні*, або (у іншому випадку) *прогностичні* гіпотези. Не слід думати, що будь-яка гіпотеза – це обов’язково ретрогноз або прогноз, ретровисловлювання або передбачення. Гіпотези і теорії – найчастіше – позачасові конструкції (вони свідчать про логічну, а не історичну послідовність явищ) і лише у меншій мірі діахронічні. У цьому проявляється зв’язок і взаємодія компонентів наукового знання, про яке ми вже згадували.

Генетичні гіпотези у геології часто бувають протиречливими і логічно недосконалыми. А прогностичні гіпотези, як правило, відрізняються недостатньою точністю. Ми лише приблизно можемо прогнозувати землетруси, вулканічні виверження, сходи лавин та багато інших явищ.

Методи створення доемпіричного знання. Майже всі свої сили геологи витрачають на створення предметного - і дуже мало уваги приділяють створенню методологічного знання. Методи створення доемпіричного знання – це методи визначення предмета досліджень, формулювання наукової проблеми і отримання евристичного знання. Всі ці методи розроблено в геології недостатньо добре і лише останнім часом спостерігається певний прогрес.

Методи створення і перевірки емпіричного предметного знання. Під емпіричним предметним знанням ми розуміємо наукові факти. Це знання створюється за допомогою *спостереження* і *експерименту*, але роль останнього в геології є незначною. Спостерігаються предмети і явища у їхніх природних умовах. А експеримент – це вивчення предметів і явищ у штучних умовах, що контролюються. І спостереження і експеримент документуються.

В залежності від того, у якій області проводяться спостереження і експерименти, розрізняють методи: геологозйомочний, пошуково-розвідувальний, геофізичний, геохімічний, аерофотогеологічний,

палеонтологічний, петрографічний, фаціально-літологічний, геоморфологічний, геохронологічний, гідродинамічний та ін.

Методи створення і перевірки теоретичного предметного знання. Теоретичне знання створюється на базі емпіричного знання (фактів) і частково – інтуїції, за допомогою *логіки* та *методології*. Таким чином, це є опосередковане (дискурсивне) знання. Різновидами цього знання є: гіпотези, теорії, номологічні висловлювання, ретрогнози і прогнози. Операції, за допомогою яких це знання створюється, є такими: аналіз, синтез, індукція, дедукція, аналогія, конкретизація, абстрагування, символізація, формалізація, ідеалізація, моделювання, аксіоматизація та ін.

Перевірка правильності теоретичного предметного знання робиться за допомогою логічних критеріїв (критерії верифікації та фальсифікації). А дійсність цього знання перевіряється критерієм практики.

Створення методів досліджень. Створення методів досліджень є прерогативою металогіки. **Металогіка** – (грецьк. – наука, що перебуває за логікою) – наука, що вивчає будову логічних теорій, які виступають щодо неї об'єктивними теоріями. Поділяється на *синтаксис логічний* і *семантику* в логіці. Побудова об'єктивних теорій в логіці полягає у формулюванні таких правил, які для певної послідовності символів даної логічної теорії дають змогу визначити, чи є дана послідовність *доведенням*.

Найважливішим завданням металогіки є обґрунтування несуперечливості, повноти та незалежності системи аксіом об'єктивної теорії і розвиток методів розв'язання проблеми для різних логічних теорій. Металогіка не лише сприяє глибшому проникненню в основи логічних теорій, а й істотно впливає на розвиток самих теорій.

Металогіка має велике значення як для дослідження загальних законів геологічного мислення, так і для розв'язання практичних задач моделювання (в т.ч. і комп'ютерного) геологічних процесів і явищ.

Методи фіксації знання. Фіксація знання проводиться засобами мови – природної і штучної. Природна мова – жива мова, що історично склалася і розвивається. Штучна мова створюється вченими із спеціальних термінів, символів і графіків. Мова будь-якої науки у своїй основі є природною, але із застосуванням елементів штучної мови. У математиці і фізиці, наприклад, частка штучної мови є досить значною, а у геології – відносно малою.

Слід зазначити, що мова геології у своїй логічній основі є не дуже досконалою. Тому завданням науковців є її поліпшення для кращої і більш повної характеристики предметів досліджень.

4.3. Геологічне картування як основний метод дослідження земної кори

Геологічне картування - основний метод досліджень земної кори, який має складний, комплексний характер. Геологічна (гідрогеологічна, геохімічна і т. ін.) карта є кінцевим результатом будь-яких (геологозйомочних, пошукових, розвідувальних та інших) робіт. Вона, перш за все, є графічним відображенням рівня вивченості регіону досліджень і несе в

собі як наукову, так і практичну інформацію. Текстовим доповненням будь - якої карти є пояснювальна записка до неї.

Геологічна карта перетерпіла тривалу еволюцію. Від появи перших примітивних геологічних карт XVIII ст. до створення сучасних (у т.ч. і комп'ютерних) карт змінювалися не лише самі карти, а методологічні підходи до їхньої побудови.

Як правило, геологічна карта це графічне відображення на топографічній (або іншій) основі геологічної будови певної ділянки земної кори.

Будь - яка карта обов'язково має свій масштаб. За характером відображеного на карті розповсюдження різних гірських порід або водоносних горизонтів (у разі гідрогеологічної карти) можна мати уявлення про геологічні або гідрогеологічні структури, умови залягання і співвідношення цих геологічних (гідрогеологічних) одиниць.

Щоб скласти повне уявлення про значення геологічної карти як одного з головних засобів пізнання геологічних об'єктів, має сенс з'ясувати її основні характеристики. Це можливо зробити, наприклад, через визначення функцій тієї чи іншої карти. Такий підхід буде спрощувати реальну ситуацію, розділяючи опис та пояснення, емпіричний та теоретичний рівні дослідження. Але це дає можливість диференціації уявлень про такий специфічний засіб пізнання геологічних об'єктів, яким є геологічна карта.

4.3.1. Геологічна карта як емпіричний засіб

Практично геологічну карту розуміють, в першу чергу, як емпіричний засіб. Це синтез наших знань про геологію району. У різних посібниках та інструкціях наголошується на необхідності фіксації на карті різних геологічних фактів. І в цьому плані геологічну карту слід розглядати як своєрідний протокол спостережень.

Головним об'єктом спостереження при геологічному картуванні є вихід гірської породи (при гідрогеологічному картуванні - водопункт). Вивчаючи територію, геолог зобов'язаний фіксувати наступні факти:

- 1) точно указати його місцезнаходження;
- 2) відмітити розмір, тип і положення його в рельєфі;
- 3) заміряти елементи залягання порід;
- 4) описати породи і відібрати зразки на аналіз.

У випадку гідрогеологічного картування:

- 1) вказати і точно відмітити водопункт (колодязь, джерело, свердловину і т. ін.);
- 2) відмітити динамічні та інші специфічні характеристики водопрояву;
- 3) заміряти температуру, рН, дебіт та інші параметри;
- 4) описати глибину відбору, характер водоносних порід та водотривів і т. ін.

Окрім того, в залежності від мети досліджень, проби порід і підземних вод відбираються на різні види лабораторних досліджень.

Геологічна (гідрогеологічна) карта як емпіричний засіб виконує наступні функції:

А. Функції системності

Геологічна (гідрогеологічна та ін.) карта систематизує матеріал спостережень. Матеріал можна систематизувати за різними признаками і критеріями. Так, одним з основних методів систематизації матеріалу спостережень є складання стратиграфічної колонки. Головна мета при цьому - встановити часову послідовність утворення комплексів порід - виступає у даному випадку як принцип системності.

Систематизація при побудові геологічної карти проявляється і в інших формах, коли в якості принципів системності використовується літологічний, структурний та ін. Зокрема, це може вилитися у складання спеціальних або допоміжних карт (літолого-петрографічних, структурно-тектонічних, фаціально-палеогеографічних та ін.).

В. Описова функція

Геологічна карта, в першу чергу, *описує характер геологічних об'єктів*, що виявлені під час геологічної зйомки ділянок поверхні земної кори. При цьому під описом слід розуміти фіксацію результатів спостереження. Польова геологічна карта, на яку наносяться регулярні спостереження при геологічному картуванні і є таким документом. Результати спостережень фіксуються спеціальними системами позначок, тобто легенда геологічної карти - це спеціальна допоміжна наукова мова, запроваджена для опису особливостей, які встановлено в ході геологічного картування об'єктів досліджень. Задача опису - перетворення даних спостереження в систему позначок, що пов'язані з поняттями та законами науки.

Найбільшою можливістю опису є виявлення окремих емпіричних закономірностей у матеріалі досліджень. Те ж саме можна сказати і про з'ясування деяких геологічних границь, які неможливо прослідкувати на місцевості і т.ін.

4.3.2. Геологічна карта як теоретичний засіб

Карта повинна мати у своїй основі певну ідею, систему ідей чи гіпотезу. З її допомогою відбувається не лише фіксація і систематизація спостережень, встановлення деяких емпіричних залежностей, а й проникнення у сутність об'єктів вивчення. Як, наприклад, виявлення закономірностей глибинної будови земної кори.

Геологічна карта, як теоретичний засіб, виконує наступні функції:

Пояснювальна функція

За допомогою геологічної карти вирішуються різноманітні задачі наукового пояснення геологічних об'єктів і явищ. У цьому і полягає одна з найважливіших задач, що вирішується при побудові карти: не лише точно зафіксувати спостереження, але і знайти їм об'єктивне пояснення. Передусім це стосується генезису та закономірностей розповсюдження тих або інших порід, а також їхнього стратиграфічного положення і хімічного (мінералогічного) складу.

На гідрогеологічній карті відображається розповсюдження і стратиграфічне положення водоносних горизонтів і комплексів, характер напору підземних вод, їх хімічний склад, а також мінералізація, температура та інші показники.

З наведених прикладів видно, що геологічні карти виконують важливу пояснювальну функцію. Вирішення багатьох ключових питань геологічного картування неможливе без побудови системи наукового обґрунтування фактів, що отримані в процесі геологічної (гідрогеологічної) зйомки та інших видів робіт.

Виконуючи функції опису та пояснення даних спостереження, геологічна карта дає змогу конкретно фіксувати і спостерігати знання, отримані в результаті досліджень. Така, скорочена форма запису спостережень за допомогою геологічних знаків є не лише зручною. Дуже часто вона визначає можливість практичного вирішення задач, а іноді і вносить новий елемент у процес пізнання.

Передбачувальна та ретровисловлювальна функції

Окрім знання про геологічні об'єкти, що спостерігаються в процесі вивчення, на основі геологічної карти можна отримати знання і про об'єкти, на яких спостереження не проводяться. У цьому випадку виділяються дві групи можливостей отримання знання про об'єкти поза спостереженням. По - перше, це об'єкти, що не спостерігаються, але існують у даний час (наприклад, деякі корисні копалини). А по – друге - існуючі у минулому і неіснуючі зараз, а тому теж недоступні для спостереження (наприклад, магматичний розплав у даному регіоні).

Передбачення є однією з основних функцій наукового пізнання, що обумовлено перш за все його пізнавальною значимістю. За допомогою передбачення (на основі наукової теорії як системи знання) можна пізнати багато об'єктів ще задовго до їх емпіричного освоєння. Цим і пояснюються численні випадки випередження у своєму розвитку теоретичною частиною науки її емпіричної, експериментальної частини. Окрім того передбачення має виключно практичне значення. Так, однією з основних задач геології є з'ясування передумов для пошуків корисних копалин (прогнозування родовищ). Ця задача вирішується з урахуванням раніше виявлених закономірностей на основі геологічних карт.

Ретровисловлювання - це процес опосередкованого, оснований на висновках, отримання знань про минулий стан речей на основі знань про сучасні або колишні предмети і явища. Воно стає можливим завдяки фіксації слідів минулого, які завжди є у сучасному. Так, при створенні палеогідрогеологічної карти, досліджуючи порові розчини, гідротермальну мінералізацію, палеотемператури, тектонічні, палеонтологічні та інші особливості ми можемо встановити первинний вигляд гідрогеологічних басейнів у той чи інший проміжок геологічного часу.

Геологічна карта у функції гіпотези

При інтерпретації матеріалу геологічної карти часто доводиться формувати різні гіпотези відносно геологічних закономірностей, що є характерними для даної сукупності геологічних об'єктів. Тобто, як сама карта будується на основі певної гіпотези відносно геологічної будови району, так і при її інтерпретації можуть виникати різні гіпотези.

Гіпотеза, як ми знаємо, це припущення про теоретично можливі форми зв'язку явищ, висунуті на основі виявлених фактів. Проте не кожне припущення є гіпотезою. Для цього потрібно:

- 1) наявність узгодженості з фактичним матеріалом;
- 2) принципова можливість перевірки припущення;
- 3) відповідність як найширшому колу явищ;
- 4) логічна простота формулювання.

Гіпотези можна розділити на два види: описові та пояснювальні. При побудові та інтерпретації геологічної карти переважно використовуються описові гіпотези, що є прямим узагальненням фактів. Підтвердження гіпотези такого роду веде до встановлення емпіричного закону. Так, на основі польових спостережень створюється певна гіпотеза про глибинну геологічну будову даного району або про закономірності залягання різних за гідродинамічними і геохімічними типами підземних вод. Матеріал, отриманий при бурінні свердловин, може підтвердити цю гіпотезу, що веде до встановлення емпіричного закону.

Пояснювальна гіпотеза залучається для розкриття внутрішніх причин емпіричних залежностей підтвердження пояснювальної гіпотези у ході подальших досліджень призводить до відкриття теоретичного закону, а у сприятливому випадку - до формування теорії.

Пояснювальні гіпотези також використовуються при складанні геологічних карт. Ті з пропозицій, що задовольняють умовам наукової гіпотези є самостійними гіпотетичними концепціями (наприклад, гіпотеза походження різних вивержених порід з єдиного магматичного джерела). Частина цієї концепції згодом стала теорією (теорія диференціації магми).

4.3.3. Геологічна (гідрогеологічна) карта як модель

Без сумніву, геологічна (гідрогеологічна) карта є певною моделлю при вивченні дійсності. Але що конкретно це означає?

Структура процесу моделювання включає такі основні ступені:

- 1) постановка задачі, рішення якої можливо отримати завдяки моделі;
- 2) створення (вибір) моделі;
- 3) дослідження моделі;
- 4) перенос знання з моделі на об'єкт вивчення.

За модель для вирішення задачі з'ясування геологічної будови району може слугувати будь - який об'єкт. Але історично склалося так, що в якості такої моделі було обрано карту, яка, окрім того, є своєрідним протоколом спостережень. У подальшому ця модель удосконалювалася через диференціацію її функцій, коли стали з'являтися спеціалізовані карти типу

структурних, металогенічних, гідрогеологічних, геохімічних, геофізичних та ін. Таким чином, особливості геологічної (гідрогеологічної) карти як моделі полягають, зокрема, у тому, що вона одночасно є і протоколом спостережень, які проводяться у процесі геологічної або гідрогеологічної зйомки.

Геологічна (гідрогеологічна) карта є знаковою моделлю геологічної будови району та його гідрогеологічних особливостей, що відбивається на ній у вигляді певної знакової системи. Процес формування карти як знакової моделі міститься у своєрідній формалізації матеріалу спостережень. Це дає можливість роботи з нею так, як і з будь-яким об'єктом.

Розшифруємо особливості карти як моделі, розглянувши її функції у пізнанні.

Вимірювальна функція. Під вимірювальною функцією геологічної (гідрогеологічної) карти слід розуміти такі її якості, за допомогою яких можна отримати знання про розміри геологічних об'єктів або про значення тих чи інших параметрів. Вимірювання є фундаментальним методом природничого наукового пізнання.

Наукові факти, що зафіксовані на карті як у своєрідному протоколі спостережень, можуть бути основою для розгортання процедури вимірювання вже не на самих об'єктах, а на моделі, якою є геологічна карта. В результаті вимірювань по карті можна встановити глибини залягання, скажімо, водоносного горизонту, що лежить нижче опорного горизонту на структурній геологічній карті зі стратоізогіпсами, визначити падіння і простирання похилої поверхні по лінії її виходу на карті з горизонталями, а також вирішити багато інших задач, що мають практичне значення.

Функція наочності. Наочність моделі - це можливість за її допомогою скласти почуттєвий образ оригіналу. Геологічна (гідрогеологічна) карта, що є знаковою моделлю, наочна, оскільки створює певне чуттєве уявлення про оригінал. Наочність оригіналу, що представлена у моделі, у даному випадку утворилася за участю мови і розумової діяльності. Внаслідок цього перед нами виникає типізоване, аналітично очищене, синтетично переосмислене явище. У такому явищі сутність як би „просвічує” і у цьому сенсі ми можемо говорити, що за допомогою моделі ми наближаємося до наочного розуміння сутності.

Критеріальна сутність. Модель виконує цю функцію у тому випадку, якщо за її допомогою можна перевіряти істинність знань про оригінал. Побудова моделі, експериментальне оперування з нею, яке є різновидом практики, завжди буде певною перевіркою теоретичних і практичних знань про об'єкт. Правда, безпосередньо критеріальну функцію виконують матеріальні моделі. Ідеальні моделі виконують цю функцію опосередковано. Наприклад, через аналіз вже складених раніше геологічних або гідрогеологічних карт по району вивчення.

Характеристика основних пізнавальних функцій геологічної карти дає можливість визначити особливості цього специфічного геологічного засобу пізнання і може сприяти як його удосконаленню, так і впорядковуванню наших уявлень про структуру геологічних знань в цілому.

4.4 . Загальна методологія наукової творчості

Що таке наука? Яка її роль і значення у нашому суспільстві? Змістові відповіді на ці питання мають неабияке значення. Поняття „наука” можна визначити і як систему понять про явища та закономірності дійсності, і як особливу сферу цілеспрямованої людської діяльності, що включає вчених з їхніми знаннями та здібностями, наукові та учбові заклади і має на меті дослідження об’єктивних законів розвитку природи (і суспільства) на основі певних методів пізнання.

Виходячи з цього – *вчений – це фахівець у певній галузі, що володіє методологією розв’язання конкретних проблем і займається науковою творчістю.*

Які ж вимоги ставляться до вченого ? Як стати науковцем ? Перш за все тим хто збирається „йти у науку” необхідний широкий світогляд. Окрім того, майбутні науковці повинні мати реальну фантазію, творчу уяву і достатньо розвинуту інтуїцію. Все це дозволить висувати і практично реалізувати наукові ідеї, формувати наукові гіпотези та теорії, проводити продуктивний науковий пошук.

Для того, щоб стати вченим, слід пройти відповідну підготовку. В Україні існують різні форми підготовки наукових кадрів. Найпоширенішою є аспірантура з відривом та без відриву від основної роботи. Аспірант під керівництвом досвідченого вченого складає іспити, пише наукові статті і готує дисертацію за певним планом, який слід беззаперечно виконувати. Навчання у очній та заочній аспірантурі продовжується відповідно три або чотири роки. Можна також бути і пошукачем – самостійно готуючись до необхідних екзаменів та працюючи над дисертацією (під керівництвом доктора або кандидата наук). У цьому випадку терміни виконання і захисту дисертаційної роботи можуть бути дещо більшими у часі.

Молодим спеціалістам що планують вступ до аспірантури чи збираються стати пошукачами вченого ступеню кандидата наук, корисним є ознайомлення з офіційними вимогами до підготовки наукових і науково – педагогічних кадрів, а також з порядком присудження наукових ступенів і присвоєння вчених звань.

Що ж означають поняття „науковий ступінь” і „вчене звання”? Хто має право їх отримати ?

Наукові ступені доктора і кандидата наук *присуджують*, а *вчені звання* професора, доцента і старшого наукового співробітника *присвоюють* особам які мають повну вищу освіту, глибокі фахові знання і значні досягнення в певній галузі науки та у педагогічній діяльності.

Питання присудження наукових ступенів, а також присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника належить до компетенції Вищої атестаційної комісії (ВАК) при Кабінеті Міністрів України. Питання присвоєння звань професора і доцента належить до компетенції Міністерства освіти та науки (МОН).

Документами, що засвідчують присудження наукового ступеня чи присвоєння вченого звання є відповідно *диплом* і *атестат* державного зразка.

Дипломи доктора, кандидата наук і атестат старшого наукового співробітника видає ВАК, атестати професора і доцента - МОН.

Наукові ступені доктора і кандидата наук на підставі прилюдного захисту дисертації присуджують спеціалізовані вчені ради. ВАК проводить експертизу дисертаційних робіт, розгляд атестаційних справ здобувачів та видачу дипломів доктора та кандидата наук на підставі рішень спеціалізованих вчених рад та атестаційного висновку президії ВАК.

Спеціалізовані вчені ради створюються за рішенням ВАК у наукових та учбових закладах, що проводять фундаментальні та прикладні наукові дослідження у відповідних галузях чи напрямках науки. Головою ради призначається провідний вчений, доктор наук, фахівець за профілем ради, штатний працівник організації в якій створено раду.

Які ж вимоги висуваються до аспіранта (пошукача)? Він повинний :

- 1) здати кандидатські іспити (кандидатський мінімум);
- 2) представити до захисту та захистити кандидатську дисертацію;
- 3) вміти застосовувати отримані знання у науковій та практичній діяльності

Які ж дисципліни входять до кандидатської мінімуму? Кандидатські экзамени встановлено з: 1) філософії; 2) однієї з іноземних мов (англійської, німецької, французької, іспанської, італійської); 3) спеціальної дисципліни (за якою здійснюється захист дисертації).

Згідно з „Порядком присудження наукових ступенів і присвоєння вчених звань” **дисертація на здобуття наукового ступеня є кваліфікаційною науковою працею, виконаною особисто у вигляді спеціально підготовленого рукопису або опублікованої наукової монографії.** Вона містить висунуті автором для прилюдного захисту науково обґрунтовані теоретичні або експериментальні результати, наукові положення, характерна єдність змісту яких і свідчить про особистий внесок здобувача в науку.

Теми дисертації, як правило, пов’язують з напрямками основних науково – дослідних робіт наукових установ і організацій, затверджують вченими радами для кожного здобувача персонально з одночасним призначенням наукового керівника.

Кандидатська дисертація повинна містити результати проведених автором досліджень та отриманих нових науково обґрунтованих результатів, які у сукупності розв’язують конкретне наукове завдання, що має істотне значення для певної галузі науки.

Дисертація готується автором особисто. Нові наукові результати і положення, вміщені в ній, мусять витримати своєрідний іспит під час публічного захисту. Як наукова праця вона повинна мати внутрішню єдність і свідчити про власний внесок її автора в науку.

Отримання наукових результатів, оформлених у вигляді специфічного продукту під назвою „дисертація”, має свої принципи, методи, техніку і технологію. Для дослідника - початківця важливо не тільки добре знати основні положення, характерні для дисертації , як кваліфікаційної роботи, але й мати хоча б загальне уявлення про **методологію наукової творчості.**

Для широкого ознайомлення наукової громадськості зі змістом дисертації пошукачем у стислій, тезовій формі складається її **автореферат**, який розсилається до наукових та учбових закладів і провідним вченим для отримання вмотивованих відгуків з оцінкою дисертаційної роботи.

Авторитет ученого визначається насамперед результатами його праці, ерудицією та кваліфікацією.

Під ерудицією розуміють широке і глибоке знання не тільки тієї галузі науки, в якій працює вчений, але й суміжних. Найбільш достовірні та міцні знання здобуваються із першоджерел. Вчений піддає їх критичному аналізу, творчій переробці, систематично використовує у власній діяльності.

4.4.1. Наукове вивчення як основна форма наукової роботи. Парадигми

Будь – яке наукове дослідження від творчого задуму до кінцевого оформлення наукової праці здійснюється індивідуально. Проте можна визначити і деякі загальні методологічні підходи до його проведення.

Сучасне науково – теоретичне мислення намагається дійти до суті явищ і процесів, які вивчаються. Це стає можливим за умови цілісного підходу до об'єкта вивчення, розгляду його у виникненні і розвитку, тобто застосування історичного аспекту.

Накопичення наукових фактів у процесі дослідження – завжди творчий процес, в основі якого лежить задум ученого, його **ідея**. У філософському визначенні ідея являє собою продукт людської думки, форму відображення дійсності. Ідея відрізняється від інших форм мислення і наукового знання тим, що в ній не лише відображено об'єкт вивчення, але й міститься усвідомлення мети, перспективи пізнання і практичного перетворення дійсності.

Нова ідея – не просто зміна уявлення про об'єкт дослідження шляхом строгого обґрунтування – це якісний стрибок думки за межі сприйнятих почуттями даних і перевірених рішень. Нові ідеї можуть виникати під впливом парадоксальних ситуацій, коли виявляється незвичний, несподіваний результат, який надто розходиться з загальноприйнятими положеннями науки – **парадигмами**. При цьому отримання певних знань відбувається за такою схемою: *парадигма – парадокс – нова парадигма*. Наприклад: ще тридцять років тому парадигмою була теорія стабільного положення континентів на протязі всієї історії геологічного розвитку планети. Після парадоксального експериментально встановленого факту „дрейфу континентів” погляди більшості геологів змінилися. І на сучасному етапі розвитку геологічної науки, новою, основною парадигмою є теорія тектоніки літосферних плит.

Можна стверджувати, що розвиток науки – це зміна відмінних парадигм, методів, стереотипів мислення. Перехід від однієї парадигми до іншої не піддається логічному опису, бо кожна з них відкидає попередню і несе принципово новий результат дослідження, котрий не можна логічно вивести із відомих теорій. Особливу роль тут відіграють інтуїтивні механізми наукового пошуку, які не ґрунтуються на формальній логіці.

Розвиток ідеї до стадії вирішення завдання звичайно здійснюється як плановий процес наукового дослідження. Хоча в науці й відомі випадкові відкриття, проте тільки планове, добре обладнане сучасними засобами наукове дослідження дає змогу розкрити і глибоко пізнати об'єктивні закономірності в природі з використанням різних методів досліджень.

Метод – це сукупність прийомів чи операцій практичного або теоретичного освоєння дійсності, підпорядкованих розв'язанню конкретної задачі. Різниця між методом і теорією має функціональний характер: формуючись як теоретичний результат попереднього дослідження, метод виступає як вихідний пункт та умова майбутніх досліджень.

Як вже наголошувалося, у кожному науковому дослідженні можна виділити два рівні: 1) емпіричний, на якому відбувається процес накопичення фактів і 2) теоретичний – досягнення синтезу знань (у формі наукової теорії). Згідно з цими рівнями загальні методи пізнання можна поділити на три групи: методи емпіричного дослідження; методи, що використовуються на емпіричному та теоретичному рівнях; методи теоретичного дослідження.

4.4.2. Загальна схема наукового дослідження

Хід наукового дослідження можна зобразити у вигляді такої логічної схеми:

- 1) обґрунтування актуальності обраної теми;
- 2) формулювання мети і конкретних завдань досліджень;
- 3) визначення об'єктів і предмета досліджень;
- 4) вибір методів (методики) проведення досліджень;
- 5) опис процесу досліджень;
- 6) обґрунтування результатів досліджень;
- 7) формування висновків і оцінка одержаних результатів.

Обґрунтування актуальності обраної теми - початковий етап будь-якого дослідження. Стосовно дисертації поняття „актуальність” має одну особливість. Те, як її автор уміє обрати тему і наскільки правильно він цю тему розуміє та оцінює з точки зору своєчасності та соціальної значущості, характеризує його наукову зрілість і професійну підготовленість.

Актуальність теми обумовлюється тим, що у науці завжди виникає та чи інше проблема, за якої старе знання вже виявило свою неспроможність, а нове ще не набуло розвиненої форми. Звідки, наукова проблема – це суперечлива ситуація, котра вимагає свого вирішення. Саме вірний вибір проблеми великою мірою визначає як стратегію дослідження взагалі, так і напрямок наукового пошуку зокрема. Вважається, що сформулювати наукову проблему означає показати вміння відокремити головне від другорядного, виявити те, що вже відомо і що досі невідомо науці у предметі дослідження.

Від доведення актуальності обраної теми слід перейти до формулювання **мети дослідження**, а також вказати конкретні завдання, які мають бути розв'язані відповідно до даної мети.

Формулювання названих завдань слід робити якомога ретельніше, оскільки опис їх вирішення становитиме зміст розділів дисертаційної роботи.

Потім формулюється об'єкт і предмет дослідження. **Об'єкт** – це процес або явище, що породжують проблемну ситуацію, що обрана для вивчення. **Предмет** – це те, що міститься в межах об'єкта. Об'єкт і предмет дослідження, як категорії наукового процесу, співвідносяться між собою як загальне і часткове. В об'єкті виділяється та його частина, котра є предметом дослідження. Саме на нього і спрямована основна увага дисертанта і саме предмет дослідження визначає тему дисертаційної роботи, що виноситься на титульний аркуш як заголовок.

Опис процесу досліджень - основна частина дисертації, де висвітлюються методика і техніка досліджень з використанням логічних законів і правил.

Дуже важливий етап ходу наукового дослідження – обговорення його результатів на засіданнях профілюючих кафедр, наукових семінарів, з попередньою оцінкою теоретичної та практичної цінності дисертації, що є першим колективним відгуком.

Заключним етапом ходу наукового дослідження є висновки, котрі містять те нове і суттєве, що становить наукові та практичні результати виконаної дисертаційної роботи.

Поняття „дисертація” невід'ємне від поняття „науковий результат”. **Науковий результат** – це знання, що відповідають вимогам новизни, достовірності і практичної цінності. Науковий результат, як правило – творчий продукт одного розділу дисертації. Сутність наукового результату формулюється у висновках до розділу. Формулювання сутності повинне бути коротким, змістовним, зрозумілим, конкретним, без загальних слів і термінів, які потребують додаткового пояснення. Тому найкращою формою наукового результату є закон або закономірність.

Наукові результати можна поділити на два типи: теоретично – методологічні (для теоретичних досліджень): концепція, гіпотеза, класифікація, закон, метод; та інструментальні (для прикладних і емпіричних досліджень): спосіб, технологія, методика, алгоритм, речовина.

Слід зазначити, що вибір теми є найвідповідальнішим етапом у діяльності аспіранта чи здобувача, бо він часом визначає майбутню діяльність людини на все життя і вирішальним чином зумовлює результат дисертаційного дослідження.

Література

1. Вунш Г. Теория систем. – М.: Сов. Радио, 1978. – 288 с.
2. Горяйнов С.В. Иерархия резкосных геологических тел. – Харьков,: изд. ХНУ им. В.Н. Каразина, 2001. – 564с.
3. Зубков И.Ф. Геологическая форма движения материи // Методологические вопросы геологических наук. – К .: Наукова думка, 1974.-С.45-58.
4. Косыгин Ю.А. и др. Геологическое пространство как основа структурных построений. // Геология и геофизика, 1968. – С.9 – 11.
5. Кулинкович А.Е. Вопросы теории геологического моделирования и теории информативности моделей// Методологические проблемы геологии. – К.: Наукова думка, 1975. – С . 107 - 119.
6. Оноприенко В.И., Поваренных А.С. Исследование структуры геологического знания как методологическая проблема// Методологические вопросы геологических наук. – К.: Наукова думка, 1974.- С. 3 – 16.
7. Оноприенко В.И. Общие принципы математизации геологического знания // Геол. журнал, 1972, в. 1. - С.64 – 75.
8. Смирнов В.А. Уровни знания и этапы процесса познания // Проблемы логики научного познания. – М.: Недра, 1964 - С.21–38.
9. Суярко В.Г. Геохимия подземных вод восточной части Днепровско-Донецкого авлакогена. – Харьков: ХНУ им. В.Н. Каразина, Харьков, 2004.-206 с.
10. Системный подход в геологии (теоретические и прикладные аспекты). – М., АН СССР, 1983 – 323с.
11. Системный анализ условий нефтегазонакопления / Смирнов Б.И., Варичев С.А., Галабурда Н.И. и др. – К.: Наукова думка, 1986. – 112с.
12. Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник. – М.: Наука, 1984. – 384 с.
13. Титанова Е.К. О специфике геологической формы движения материи // Методологические вопросы геологических наук. К.: Наукова думка, 1974.- С. 59-67.
14. Философские вопросы естествознания. Ч.3. – М.: МГУ, 1960. - 235 с .
15. Штофф В.А. Формы движения материи в неорганической природе. // Философские вопросы современного учения о движении в природе. - Л.: ЛГУ, 1962 - С. 81-96.
16. Шарапов И.П. Строение геологического знания // Методологические проблемы геологии. – К .: Наукова думка, 1975, с. 9-12
17. Шарапов И.П. Метагеология. Некоторые проблемы. – М.: Наука, 1989. – 208с.
18. Шарапов И.П. Логический анализ некоторых проблем геологи. – М.: Недра, 1977.- 144с.

19. Шарапов И.П. Изменение силы связи между качественными признаками в геологии // Научные труды Пермского НИИ, 1965. – С.21-30.
20. Чумаченко Б.А., Власов Е.П., Марченко В.В. Системный анализ при геологической оценке перспектив рудоносности территорий. – М.: Недра, 1980. – 246 с.
21. Установ Ф.А. Основы математического анализа геологических структур. – Ташкент : Фан, 1977. – 205 с.
22. Харафас Д.Н. Системы и моделирование. – М.: Мир, 1967. – 419 с.

ПИТАННЯ ДЛЯ ЗАЛІКУ
з курсу «Історія та методологія геологічних досліджень»

1. Структура наукової діяльності.
2. Дайте визначення поняттю наукові принципи.
3. Емпіричне та теоретичне знання.
4. Що являє собою наукова діяльність.
5. Охарактеризуйте наукове пізнання світу.
6. Індукція і дедукція як методи діалектичних досліджень.
7. Що таке наукова теорія?
8. Терміни і поняття в геології.
9. Правила конструювання словесного висловлювання.
10. Що відносять до логічно помилкових визначень?
11. Конструювання визначень в геології.
12. Етапи розвитку геології як науки.
13. Розвиток геології у 18 столітті.
14. Розвиток геології у 20 столітті
15. Основні етапи наукового пізнання.
16. Контргенетичні пояснення.
17. Структурні пояснення.
18. Субтанціальні пояснення.
19. Модельні пояснення.
20. Суть поняття про ідеальні моделі.
21. Структура геологічного знання.
22. Наукові теорії і гіпотези.
23. Наукове пояснення в геології.
24. Обґрунтування геологічної форми руху матерії.
25. Саморух і саморозвиток геологічної матеріальної системи.
26. Циклічність в геології.
27. Закон єдності і боротьби протилежностей в геології.
28. Концепція циклічності в геології.
29. Системно-структурний підхід у геологічних дослідженнях.
30. Час у геології.
31. Закономірності в геології.
32. Системність та структурованість в геології.
33. Гіпотези та теорії в геології.
34. Номологічні висловлювання,діахронічні екстраполяції.
35. Методи створення доемпіричного знання.
36. Методи створення і перевірки предметного знання.
37. Створення методів досліджень.
38. Будова геологічного знання.
39. Основні закони діалектики
40. Методи створення і фіксації знання.
41. Геологічна карта як модель.
42. Функції геологічних карт.
43. Теоретичні функції геологічних карт.
44. Поняття простору в геології.
45. Функції геологічної карти.
46. Геологічна карта у функції гіпотези.
47. Основні форми наукової роботи.
48. Загальна методологія наукової творчості.
49. Загальна схема наукового дослідження.
50. Парадигми в геології.

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Факультет геології, географії, рекреації і туризму

Спеціальність **103 «Науки про Землю»**

Освітня програма «**Геологія**»

Семестр **1**

Форма навчання **денне**

Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень): **магістр**

Навчальна дисципліна **«Історія та методологія геологічних досліджень»**

ЗАЛІКОВА РОБОТА

БІЛЕТ №

1. Структура наукової діяльності. (10 б)
2. Контргенетичні пояснення. (10 б)
3. Функції геологічних карт. (20 б)

Загальна сума балів – 40

Затверджено на засіданні кафедри фундаментальної та прикладної геології
Протокол № 1 від 28.08.2023 р.

Завідувач кафедри

Валерій СУХОВ

Екзаменатор

Василь СУЯРКО