

УДК 1.55

**ЗМІНА ПАРАДИГМИ В ГЕОЛОГІЇ ХХ СТОЛІТТЯ:
РЕТРОСПЕКТИВА ТА ПЕРСПЕКТИВА
(КОЛИСКОВА ДЛЯ МАУГЛІ)**

І. Попадюк

СПК-Геосервіс

Харківське шосе 144-В, м. Київ, 02091, e-mail: popadyuk123@yandex.ru

Зміна парадигми сучасної геології розпочалась появою концепції тектоніки плит у 70-х роках ХХ ст. Ретроспективний аналіз засвідчує, що парадигматична зміна відбулась тоді, коли “нова” концепція, розроблена на підставі нових даних, отриманих поза сферою впливу “старої” концепції, увела у свій концептуальний контекст дані, нагромаджені “старою” концепцією.

Ключові слова: геологія, філософія, концепція, парадигма.

Докорінні зміни в структурі наукового знання в ХХ ст. привели не тільки до створення принципово нових технологій, що змінили світ речей–для–людини, вони значно змінили і сприйняття світу, світогляд. Беззаперечним лідером цих змін, їхнім рушієм впродовж усього ХХ ст. була фізика. Саме її здобутки були найочевидніші в суспільному вимірі, і не випадково саме на ній сфокусована увага філософів науки. Література з філософських аспектів фізики є неосяжною. Об’ємні праці на цю тематику виходили в різний час, починаючи з кінця ХІХ ст. до сьогодні. За стандартами фізичного експерименту, фізичних моделей, фізичних об’єктів і теорій оцінювали решту природничих наук, міру їхньої зрілості і наукової досконалості [11–13]. Показовою в цьому є книга Ф. Франка “Філософія науки. Связь между наукой и философией” [13], що в російському перекладі видана 1960 р. У ній Ф. Франк аналізував винятково фізику, так що насправді “связь между наукой и философией” треба було б назвати “связь между физической наукой и философией” [13]. Відкриття фізики справді вражали і мали світоглядний резонанс. Не випадково видатні фізики А. Ейнштейн, М. Борн, Е. Шредінгер, П. Гейзенберг так чи інакше порушували філософські питання як похідні спеціальних фізичних теорій [2, 15].

Геологія з часу бурхливих натуралістичних дискусій ХVІІІ ст. не належала до наук, результати яких могли підважити класичні поняття, скажімо, часу чи простору, чії здобутки мали світоглядний, філософський вимір. Однак якщо філософія нехтувала геологією, це ще не означає, що геологія може нехтувати філософією. Як зазначив у 70-х роках ХХ ст. Маріо Бунге, – “Нехтування філософією не позбавляє від неї” [3, с. 17]. Уникнути методологічного, філософського аналізу не вдасться тому, що в 60-х роках ХХ ст. геологія пережила свою “революцію” – зміну парадигми, що беззастережно панувала понад 100 років. Йдеться про появу тектоніки плит, яка з 60-х років ХХ ст. претендує на чільне місце серед теорій у науках про Землю.

Що спричинило цю зміну? Чому вона відбулась і які методологічні перспективи відкриваються перед наукою про Землю? Абрис відповідей на ці питання ми спробували окреслити, усвідомлюючи, що вони лише в найочевидніший спосіб зазначають очевидні проблеми, розроблення яких потребує систематичних і цілеспрямованих досліджень.

Початки геологічної науки: геопізнавальна філософія

Якщо початок сучасної фізики треба пов'язувати з іменем Галілео Галілея, зокрема з його “Діалогом про дві головні системи світу – птолемеєву та копернікову”, що вийшов у 1632 р., то початок геології, можливо, дещо несподівано для багатьох геологів, треба пов'язувати з Р. Декартом. Його ім'я, зазвичай, пов'язують з математикою та філософією як такою і, хіба що тільки історикам геології, чи знавцям творчості Декарта відомо, що вчений досліджував питання походження Сонця, зірок та Землі. У його праці 1644 р. “Основи філософії” пояснено утворення Землі з вогненної речовини, під час охолодження якої внаслідок нагромадження твердих частинок утворилось декілька шарів (оболонки). Він налічував сім таких оболонок; від першої зовнішньої (повітряної) оболонки їх позначено так: E – земна кора; F – підкоровий повітряний шар; D – водна оболонка; C – оболонка породження металів; M – шар речовини, спорідненої з сонячними плямами; I – вогненне ядро. Під дією тепла ядра, як уважав Р. Декарт, матеріал з підкорової частини виноситься на рівень кори і застигає у тріщинах, утворюючи рудні тіла. Рельєф Землі утворюється, згідно з його інтерпретацією, у разі провалювання ділянок кори за умови локального висихання водної оболонки D [7].

Цю працю можна вважати геніальним інтуїтивним передбаченням, адже без жодної емпіричної основи геологічних знань Р. Декарт сформулював припущення про багатосаровість внутрішньої будови Землі, яке підтверджено значно пізніше, з появою геофізичних методів досліджень, тобто фактично лише на початку ХХ ст. Введені ж ним поняття “земна кора” та “ядро” є повноцінними науковими термінами сучасної геології, хоча більшість сучасних геологів не знає, що їхнім автором був філософ Р. Декарт.

Про походження Землі писав Г. Ляйбніц у працях “Протогея” (написана 1693, видана 1749 р.) та “Теодіцея” (1710). Згідно з уявленнями цього філософа, Земля почала формуватись з вогненної кулі. З охолодженням із вогнених шлаків утворилась земна кора, а з оболонки пари, що оточувала першопочаткову кулю, – океан. Гірські породи є, за Г. Ляйбніцем, двох типів: ті, що утворились з вивержень вогню, і ті, що осіли з морської води [7]. Важливо, що поділ гірських порід на осадові та вивержені був доповнений лише класом метаморфічних порід, і то значно пізніше.

Праці Р. Декарта, Г. Ляйбніца, менш відомі праці Р. Гука, Д. Рея, Г. Кірхера були присвячені загальним питанням формування Землі, гірських порід, рельєфу, походження землетрусів. Це період “філософської геології”, або “геопізнавальної філософії”, оскільки ні власного концептуального апарату, ні власних методів геологією, як галузю знань про Землю, не було вироблено.

У площині історико-філософського аналізу цього періоду в розвитку геології цікавою є творчість Г. Кірхера. Член ордену єзуїтів, він багато зусиль присвятив нагромадженню емпіричного палеонтологічного аналізу (скам'янілих решток рослин, тварин), спостереженням за діючими вулканами. Його погляди на внутрішню будову Землі суттєво не відрізнялись від уявлень сучасного йому раціоналізму. В питанні утворення гір він, однак, виходив з біблійного вчення про всесвітній потоп і вважав, що після того, як зійшли води потопу і залишився першопочатковий мул, у нього Бог вдихнув “каменетворчу силу”, внаслідок чого утворились пасма гір – скелет Землі [7]. Гірські хребти

розташовані закономірно в меридіональному та широтному напрямках, що, як є очевидним нині, не позбавлено сенсу. Життя та творчість Г. Кірхера певною мірою нагадують шлях іншого єзуїта, що жив у ХХ ст. – палеонтолога та геолога Тейяра де Шардена, автора відомої геологічно забарвленої антропологічної праці “Феномен людини”.

Концептуальні основи геології як емпіричної науки закладені в тому ж ХVII ст. М. Стеноном – данцем, що більшу частину життя прожив в Італії. У його праці “Про тверде, що природно міститься в твердому” (“De solido intra solidum naturaliter contento” 1669, Florentia) є чотири твердження, відомі як “закони Стенона”, що формулюють головний принцип стратиграфії, згідно з яким нижній пласт має бути давнішим, ніж той, що його перекриває. Значення цієї праці для геології важко переоцінити, оскільки вона містила постулати, що давали змогу виділяти, описувати, зіставляти, вивчати взаємовідношення реальних геологічних утворень – пластів гірських порід та їхніх асоціацій, а відтак інтерпретувати геологічні процеси, що привели до їхнього утворення.

Героїчна епоха: становлення емпіричної геології

Перші праці, що ґрунтувались на емпіричній стратиграфії з’явилися у першій чверті ХVIII ст. Їхній автор Д. Стретчі описав стратиграфічну послідовність вугленосних, древніших (у сучасній термінології палеозойських) і тих, що неузгоджено їх перекривають молодших пластів (у сучасній термінології мезозойських). Цьому сьогодні майже нікому не відомому автору належить перший з відомих геологічних розрізів – геометричне зображення будови земної кори під сучасною поверхнею землі [7].

У другій половині ХVIII ст. настав правдивий розквіт геології як емпіричної науки. Особливу роль у цьому відіграли німецькі геологи І. Леман, Г. Фюксель, Х. Кеферштайн, І. Шарпаньє, І. Фрайслебен, що працювали в Центральній Німеччині. Емпіричний характер праць цих дослідників є очевидним навіть для необізнаних з геологічною проблематикою. Зокрема, праця І. Лемана мала назву “Досвід відтворення історії Фльоцових гір” (1756). У ній наведено опис 30 різних так званих фльоцових верств, для яких значно пізніше було докорінно змінено лише стратиграфічну номенклатуру, однак сама послідовність нашарувань була документована достовірно [7].

Працями цих авторів (об’ємними* та ґрунтовними) було закладено підвалини всієї емпіричної геології. Г. Фюксель, зокрема, спробував підпорядкувати стратиграфічні поняття. Він розрізняв поняття “верстви” (Strata, Schichten), “поклад” (Situs, Lager) та “гірська серія” (Series montana). Це надзвичайно важлива дослідницька операція, яка давала змогу групувати окремі пласти (верстви) в серії порід, що утворилися у подібних геологічних умовах, та уникати надмірно громіздких пошарових описів у разі узагальнювальних побудов.

Схема стратифікації нашарувань І. Фрайслебена, по суті, започаткувала створення загальної стратиграфічної схеми; виділені ним стратиграфічні підрозділи стали прототипами відділів пермської та тріасової систем, які були введені в загальноєвропейську систему стратиграфічної класифікації Омаліусом д’Алуа.

Теоретичне узагальнення емпіричних праць згаданих німецьких геологів виконане А. Вернером на початку ХІХ ст. Учений увів такі важливі поняття як “формація”, “трансгресія” та “регресія”, “згідне” та “незгідне” залягання верств і фактично розробив

* Праця І. Фрайслебена з геології Фльоцових гір була чотиритомною.

першу регіональну стратиграфічну схему пермських і тріасових відкладів Центральної Німеччини. Схема повністю зберегла значення нині й пізніше увійшла в загальну систему міжнародної стратиграфічної класифікації [7].

Нарощування емпіричної бази геології, що було особливо бурхливим у другій половині XVIII ст. відбувалось одночасно з розробкою її концептуальних підстав. Якщо в XVII – першій половині XVIII ст. Землю вважали стаціонарною (з розбіжністю у визначеннях переважних геологічних чинників – вогонь чи вода), то з другої половини XVIII ст. почали утверджуватись погляди про тривалий розвиток Землі та її змінність у часі. В цей період з'явилась “Теорія Землі” Ж. Бюффона (1749 р.) і загальновідома гіпотеза І. Канта (1755 р.), де утворення Землі розглянуто в контексті еволюції Сонячної системи, що відбувається відповідно до дії закону всесвітнього тяжіння.

В “Епохах природи” Ж. Бюффон (1778 р.) поділив еволюцію Землі на сім періодів і дійшов висновку, що тривалість еволюції становить 75 000 років [7]. Період немислимо довгий порівняно з біблійними 6 000 років і немислимо короткий порівняно з новочасним датуванням у 4,5 млрд. років.

Кінець XVIII ст. позначився появою ще однієї “Теорії Землі” Д. Хаттона (1795 р), що пояснювала утворення рельєфу не в декартовій схемі обвалювання поверхні, а її підняттям під дією внутрішніх процесів (підняття розплавів).

Індустріальна доба: диференціація геологічних знань

Незважаючи на всі здобутки героїчної пори, всі надбання XVIII ст. були лише трофеями романтичних лицарських походів, яким не залишило місця XIX ст., позначене бурхливим розвитком промисловості, а отже, зростанням потреби у мінеральній сировині. Це зумовило необхідність предметного вивчення конкретних геологічних структур, спеціалізацію досліджень та виокремлення галузей геології. В XIX ст. як окремі дисципліни оформилися стратиграфія, геотектоніка, петрографія, мінералогія, кристалографія, вчення про рудні родовища, вчення про родовища нерудних корисних копалин. У другій половині XIX ст. з'явилися нові наукові дисципліни – палеогеографія, вулканологія, гідрогеологія. Обсяг знань про Землю зростав лавиноподібно. Стрижнем усього корпусу знань про Землю, однак, стали дві дисципліни – стратиграфія та геотектоніка.

Роль стратиграфії визначена тією обставиною, що послідовність пластів та їхніх серій є ключем до проблеми геологічного часу, спочатку в категоріях відносного часу (тобто раніше–пізніше), а з XX ст. з розробкою методів абсолютного датування і у категоріях абсолютного віку. Геотектоніка, що вивчає просторові співвідношення різних за внутрішньою будовою геологічних тіл, є ключем до проблеми геологічного простору, а отже, до пізнання будови земної кори та Землі як планети.

Дослідження часових і просторових відношень геологічних тіл неможливе без картографії, оскільки ці відношення є змінними від місцевості до місцевості. Перша рукописна геологічна карта створена В. Смітом 1799 р. для околиць м. Бат (Англія)*. Карта мала таблицю послідовності нашарувань [7] і стала праобразом геологічних карт, які складаються сьогодні в різних масштабах у будь-якій країні світу, та позначила остаточне становлення геології як науки.

* Карту ніколи не видавали і єдиний рукописний примірник її зберігається в бібліотеці Лондонського королівського Геологічного товариства.

Стратиграфія. Прогрес у стратиграфії ХІХ ст. був зумовлений передусім розробкою палеонтологічного методу. Метод ґрунтується на тому факті, що, за В. Смітом (1799), “кожен пласт містить викопні рештки органічного походження, характерні саме для нього” [7]. Звідси впливало таке:

- 1) верстви можна розрізняти і зіставляти за вмістом органічних решток;
- 2) вивчення органічних решток з послідовних нашарувань може розкрити історичну послідовність існування різних популяцій організмів на земній поверхні в геологічному минулому.

Незалежно від В. Сміта подібних висновків дійшли Ж. Кюв'є та А. Броньяр у Франції 1808 р. У 1822 В. Конібір та В. Філіпс опублікували “Нарис геології Англії та Уельсу”, де була стратиграфія практично усього геологічного розрізу Британії. Ця схема фактично стала прототипом сучасної міжнародної стратиграфічної шкали. Практично всі підрозділи цієї шкали – групи і системи, відділи, яруси – були виділені на розрізах Англії і поміщені в схему В. Конібіра – В. Філіпса. Оскільки ж стратиграфічний розріз Британії був неповним, то для створення загальної стратиграфічної шкали її необхідно було доповнити стратиграфією континентальної Європи.

Проекти такої синтетичної шкали запропоновані 1829 р. А. Броньяром, а в 1831 – бельгійським геологом Ж. Д'Омаліусом Д'Алуа. Загалом ця схема синтезувала дані з вивчення британських та німецьких розрізів. У подальші роки ХІХ ст. цю схему удосконалювали, переважно в палеозойській та кайнозойській частинах. Детальний варіант Міжнародної шкали був розроблений Е. Ренев'є в 1873–74 рр. [7].

Геотектоніка. Сам термін геотектоніка введений К. Науманом 1860 р. Це означало, що тільки з середини ХІХ ст. геологія починає виходити з вузьких рамок гіпотези підняття Д. Хаттона, що зводила утворення гірських систем до вторгнення магматичних мас. Розширення географії геологічних досліджень, проникнення у малодоступні гірські системи привели до відкриття феномену складчастості початково горизонтально відкладених порід. Утворення складчастості було неможливо пояснити з позицій вертикально діючих сил. Так виникла гіпотеза контракції Л. Елі де Бомона. Згідно з його тритомними “Нотатками про системи гір”, опублікованими 1852 р., поступове охолодження Землі приводить до скорочення земної кори. Спочатку утворюються здуття, а пізніше під час стискання – розриви і складкоутворення. Кожний такий сегмент Землі і є гірською системою* [7]. З гіпотезою контракції пов'язане формування теорії геосинкліналей, теорії, що відіграла роль ядра геологічної парадигми впродовж століття до 60-х років ХХ ст. Ще і нині можна знайти поважні праці, де робляться спроби синтезувати теорію геосинкліналей з новою глобальною тектонікою або ж користуватись її понятійним апаратом.

Теорія геосинкліналей у першопочатковому вигляді сформульована американським геологом Д. Холлом 1859 р. під час вивчення гірської системи Аппалачів. Учений зауважив, що в Аппалачах і на суміжній з ними рівнині р. Міссісіпі різний тип кори. У випадку Аппалачів осадові породи є деформованими, у долині Міссісіпі вони залягають горизонтально. Це наштовхнуло його на думку, що в земній корі спочатку утворюються великі прогини, де нагромаджуються осадові відклади, які пізніше зминаються у складки. Д. Дена 1873 р. увів саме поняття геосинкліналь, як прогину, що виповнюється оса-

* У 1878 р. А. Гейм спробував обчислити розмір контракційного скорочення. Для Альп абсолютне стискання він оцінив у 120 км, тобто лише 0,003 % від довжини окружності Землі.

дом, а пізніше зминається у складки і перетворюється у складчастий гірський хребет. У 1887 р. М. Бертран виділив декілька епох гороутворення в історії Землі, назвавши їх гуронською, каледонською, герцинською та альпійською. Ці терміни використовують на тектонічних картах континентів і сьогодні.

Геологія в ХХ столітті

Фундаментальні відкриття у фізиці та хімії, розробка на цій підставі нових методів досліджень привели до глибоких трансформацій у структурі геологічного знання. Ці зміни були тотальними й охопили всі галузі геології, зумовили виникнення нових наук, зокрема геохімії, геофізики, петрології. Дати огляд розвитку головних ідей у всіх цих напрямках неможливо, тому варто зосередитись на головних для геології дисциплінах – стратиграфії та тектоніці.

Стратиграфія. Її розвиток спричиняли як “внутрішньогеологічні”, так і міждисциплінарні чинники. З внутрішніх чинників варто назвати такі:

1) стратиграфія втрачає європейську обмеженість і стає планетарною галуззю досліджень;

2) прогрес у розвитку палеонтології приводить до виникнення біостратиграфії, зокрема мікроскопічної біостратиграфії;

3) прогрес у розвитку літології, як науки про осадові породи, приводить до становлення літологічного методу виділення верств, товщ, осадових комплексів.

З міждисциплінарних чинників назвемо розвиток радіологічних методів, що дали змогу перейти від часових шкал відносного віку (раніше–пізніше) до геохронологічних шкал абсолютного віку. Ідея абсолютного датування геологічних утворень висловлена П. Кюрі 1902 р., а пізніше і незалежно Е. Резерфордом (1902–1906) та Б. Болтвудом (1905–1907). Однак лише 1932 р. цю проблему почали вирішувати зусиллями, зокрема, В. Вернадського, і лише в 50-х створено досить надійні шкали абсолютного геологічного часу [7].

Геотектоніка. Розвиток цієї науки відбувався у фарватері ідей ХІХ ст. Незважаючи на те, що геофізичними методами отримано досить надійні дані про внутрішню будову Землі, з’ясовано геометрію головних оболонок – земної кори, мантії, ядра, розроблено моделі їхнього речовинного складу та фазового стану, фізика Землі та геотектоніка розвивались певною мірою автономно.

У 1900 р. вийшла фундаментальна праця Е. Ога “Геосинкліналі і континентальні площі”, 1922 р. – “Будова Землі” Л. Кобера. Після появи цих праць геосинклінальну теорію почали застосовувати для всіх без винятку гірських систем. Розширення історико-тектонічного аналізу на докембрійські утворення та поглиблене вивчення давніх комплексів геосинклінальних систем фанерозою дали змогу намітити еволюцію геосинклінальних систем у геологічній історії [7]. Теорія стала тотальною в 40-х роках ХХ ст.

Надзвичайно важливим для історико-філософського огляду розвитку геології є той факт, що 1910 р. Ф. Тейлор, а 1912 р. А. Вегенер (незалежно один від одного) висловили гіпотези зміщення материків [4].

А. Вегенер, геофізик за фахом, за основу своїх міркувань узяв відмінність кори під материками й океанами. Потужна кора континентів складена переважно гранітами, тоді як тонка кора океанів – базальтами та дунітами. Це міркування виведене з гіпсографічної кривої і ґрунтувалось на геофізичних даних. Подібність географічних контурів континентів по обидва боки Атлантики наштовхнула А. Вегенера на думку, що в геологічному минулому ці материки утворювали надконтинент Пангею. Пангея, за А. Вегенером, розпалась у юрському періоді і це було зумовлено різною швидкістю

зміщення континентальних мас під дією припливних сил. Західний дрейф материків послуговував причиною утворення складчастого поясу Кордільєр.

1929 р. А. Холмс запропонував гіпотезу розширення океанічного дна внаслідок дії конвективних потоків, що піднімаються з мантії. Конвективні течії розходяться в різні боки від серединно-океанічного підняття Атлантики і відштовхують континенти. У 1939 р. Д. Гріггс розвинув цю ідею і висловив припущення, що гірські споруди навколо Тихого океану та їхня сейсмічна активність зумовлені конвективними течіями, що піднімаються з мантії в центральній частині океану і опускаються на його периферії [8, 14].

Докорінні зміни, на рівні зміни парадигми, у геології відбулись, однак, лише після Другої світової війни. В дуже короткий термін зроблено перші важливі відкриття в галузі вивчення структури дна океанів, описані Дж. та М. Юінгами в 1959–1964 рр.; Б. Хізеном, М. Тарп та М. Юінгом 1959 р. Ці автори довели з небаченою раніше деталістичністю, що океанічне дно ускладнене серединно-океанічними хребтами з центральними долинами, і ці хребти утворюють глобальну систему. Вони розгалужуються і переходять з океану в океан, а в окремих випадках сполучені з внутрішньоконтинентальними рифтами (Червоне море, Східноафриканські рифтові долини).

У 1960 Г. Хесс повернувся до ідеї А. Холмса та Д. Гріггса про спрединг океанічного дна і довів таке: “якщо її прийняти, можна створити цілком задовільну схему розвитку океанічних басейнів та вод, що їх заповнюють” [10]. Після праці Г. Хесса ця ідея швидко була поглиблена Р. Дітцем, Ф. Вайном, Д. Метьюзом, Л. Морлі, А. Ларошелем, Дж. Уілсоном, Дж. Хайрлцером та Л. Сайксом [10].

Друге принципово важливе відкриття пов’язане з вимірюванням часу. Якщо до початку 60-х років для континентальних областей вже існувала шкала абсолютного віку, то для океанів її не було, і час їхнього утворення оцінювали від 600 до 70 млн. років. На початку 60-х років А. Кокс, Р. Доуел та Дж. Далрїмпл, Мак Дигал і Д. Тарлінг запропонували датувати вік океанічного дна за магнітними аномаліями. Метод дав змогу визначати різновікові фрагменти океанічного дна, а отже, швидкість його розростання [8].

З оформленням тектоніки плит зроблено спроби пов’язати в єдину концептуальну систему геологію континентів та океанів, або, іншими словами, поєднати теорію геосинкліналей і тектоніку плит у єдину синтетичну теорію. Піонерськими в цьому напрямі були праці Дж. Дьюї та Дж. Берда, У. Діккінсона в 1969–1971 рр. З появою ідеї, що офіолітові комплекси, відомі у багатьох складчастих системах континентів, є коровими фрагментами давніх океанічних басейнів, тектоніку плит почали застосовувати для інтерпретації внутрішньої будови континентів. Ці праці опубліковані А. Пейве, Д. Рейнхардом 1969, В. Черчем та Р. Стівенсоном 1971, Р. Варне та Дж. Рубенахом 1972, А. Кніппером 1975 рр. і породили лавинний потік публікацій з цієї проблематики, що знаменували втрату геосинклінальною теорією не тільки монопольного положення в континуумі теоретичних схем геології, а й власного “плацдарму” – земного суходолу, на дослідженнях якого і постала теорія геосинкліналей.

Спроба аналізу еволюції геологічних ідей

Огляд історичного розвитку геології дає підстави стверджувати, що оформлення геології як емпіричної науки тривало майже півтора століття – від раціоналістичних міркувань Р. Декарта та Г. Ляйбніца в XVII ст. до формування на початку XIX ст. принципів, методів та власної емпіричної (фактографічної) бази, створеної з застосуванням цих концептуальних та інструментальних засобів. Розвиток геології впродовж XIX ст. від-

бувався шляхом внутрішньої диференціації та оформлення загальної теорії, роль якої з середини XIX ст. відігравала теорія геосинкліналей Холла-Дена.

Розвиток інших природничих наук на початку XX ст. (передусім фізики та хімії) зумовив розширення арсеналу методів, що отримали застосування в геології і, що надзвичайно важливо, до появи альтернативних панівній теорії (теорії геосинкліналей) концептуальних схем (зокрема, гіпотези дрейфу континентів), однак не привів до зміни панівної теорії. Цікаво, що з 1912 р. працю А. Вегенера перевидавали декілька разів, перекладали більшістю європейських мов, а ідеї А. Холмса та Д. Гріггса “були вже настільки близькими до тектоніки плит, що, згадуючи їх сьогодні, важко зрозуміти, чому їх не сприйняли серйозно в той час, коли вони вперше з’явилися на світ” [8, с.12].

Це питання і нині є найзагадковішим в усій історії геології XX ст. Чому концептуальна схема, що задовільно пояснювала величезні масиви даних (геофізичних, геологічних, палеонтологічних), не переросла в “працюючу теорію”?; чому зміна парадигми відбулася лише з оформленням тектоніки плит у 60-х роках XX ст? Якою мірою ідеї авторів тектоніки плит є розвитком ідей А. Вегенера, А. Холмса та Д. Гріггса?

Відповідь на питання **чому ідеї А. Вегенера, А. Холмса, Д. Гріггса не привели до зміни геологічної парадигми** треба шукати в самій геології, в ядрі її концептуальної основи – теорії геосинкліналей. Ця теорія була запропонована для пояснення принципової відмінності будови гірської системи і суміжної з нею рівнинної частини континенту. Іншими словами, вона розроблена на регіональному матеріалі в межах конкретного материка і давала змогу пояснювати відмінності ділянок, збудованих деформованими та недеформованими комплексами гірських порід, а відтак картувати окремі структури континентальної кори, її районувати, в тому числі і з метою пошуків корисних копалин. Гіпотеза була інструментально сприйнятною і практично орієнтованою. Статусу загальної теорії вона набувала поступово, коли було вивчено, а отже, закартовано різні континенти, досліджено внутрішню будову платформ, фундамент яких теж складений деформованими комплексами, а верхня частина – чохол – недеформованими відкладами. Інакше кажучи, гіпотеза Холла підтверджена в тому сенсі, що на різних континентах є деформовані і недеформовані комплекси, ці комплекси можна класифікувати за просторово-часовими ознаками. Це дало змогу виконати похідні процедури поділу ділянок за типами корисних копалин, що асоціюють з тими чи іншими структурними утвореннями (так звані карти металогенічного, нафтогазогеологічного районування, практичну роль яких переоцінити неможливо).

Іншими словами, теорія геосинкліналей відштовхувалась від геологічних структур, доступних для вивчення геологічними методами. Це давало змогу на картах різного масштабу – від дрібно- до середньо- і великомасштабних – виділяти комплекси з різною внутрішньою структурою та речовинним складом і використовувати геологічні (тектонічні) карти як інструмент пошуку певних видів мінеральної сировини, що асоціюють з тими чи іншими комплексами порід.

На противагу теорії геосинкліналей, гіпотеза А. Вегенера трактувала елементи не регіонального, а глобального рівня (континенти та океани) і значення процесів глобального рівня для регіональних структур залишала поза рамками обговорення. Це була теоретична конструкція іншого формату, яка не мала відповідного інструментального та методичного апарату, що давав би змогу імплементувати її на рівень регіональної “континентальної” геології. Вона, певною мірою, була “метафізичним” (метагеологічним) концептом без адекватних механізмів імплементации на рівень регіональних геологічних

побудов, карт різного призначення, у тому числі і прогнозних, спеціалізованих за типами корисних копалин.

Чому нова глобальна тектоніка (тектоніка плит) стала ядром нової парадигми в геології? Нова глобальна геологія передумовою свого становлення як нової панівної геологічної концепції мала картування геоморфології океанічного дна глобальної системи світового океану, вивчення її внутрішньої будови геофізичними методами: палеомагнітними, гравіметричними, сейсмічними, пізніше за програмою глибоководного буріння (DSDP) і геологічними. Ця маса емпіричного матеріалу потребувала осмислення, і класична континентальна геологія для цього була непридатною.

Класична тектоніка плит у тому вигляді, у якому її сформували К. Ле Пішон, Ж. Франшто та Ж. Боннін (1977), була мезо-кайнозойською глобальною тектонікою восьми чи десяти літосферних плит, межі яких не збігаються з межею материків чи океанів. Є плити з океанічним типом літосфери, а є плити, збудовані як океанічною, так і континентально-го типу літосферою. Розробники теорії, зокрема, К. Ле Пішон з колегами, з побоюванням сприймали домезозойську історію, де ризикували втратити один з фундаментальних критеріїв у визначенні меж плит – сейсмогеологічну активність сучасних країв плит, а отже, один з наріжних каменів у концептуальному фундаменті теорії [9]. Однак після того, як давно відомі в континентальній геології офіолітові комплекси почали розглядати як рештки кори давніх океанів, тектоноплитні реконструкції були розширені на всю фанерозойську геологічну історію, а пізніше і на докембрій, хоча питання коректності цих екстраполяцій відкрите й досі. Тектоніка плит стала панівною, позначивши цілковиту зміну парадигми в геології. Це сталося в середині 80-х років ХХ ст, приблизно через 20 років від часу появи перших моделей нової глобальної тектоніки. З цього моменту спрацьовує “принцип доміно” – докорінної трансформації зазнають всі галузі геологічних знань, від стратиграфії до структурної геології, від седиментології до петрології.

Чи був розвиток тектоніки плит підготований працями А.Л. Вегенера? На це питання відповідь радше, як не дивно, негативна. Праці Тейлора, Вегенера, Холла, Грігса були першими ластівками нової інструментальної доби в геології, і хоча правильно, що ластівки прилітають навесні першими, весна настає не тому, що прилітають ластівки.

Ретроспективно осмислюючи історію геології, важливо зауважити, що теорія геосинкліналей зберігала роль панівної концепції ще понад 50 років від часу появи альтернативних їй ідей. Хоча передумовою зміни парадигми є поява нових ідей, **нові ідеї самі по собі не приводять до зміни парадигми. Для цього необхідно, щоб об’єкти, які інтерпретували в концептуальних рамках старої парадигми, могли увійти в поле зору нової парадигми на рівні значущих для неї об’єктів.** Тектоніка плит стала панівною геологічною концепцією через подання альтернативної інтерпретації внутрішньої будови континентів шляхом їхнього залучення в систему глобальних літосферних плит. Іншими словами, вона вивела об’єкти класичної геології в інший формат. Достатньо впевнено можна стверджувати, що це відбулось у 80-х роках ХХ ст, тобто майже через 20 років після появи теорії плит.

Тектоніка плит у загальнонауковому контексті

Якщо аналізувати тектоніку плит у параметрах стандарту наукових теорій, то можна стверджувати, що вона є неklasичною щодо геосинклінальної класики, оскільки з її появою геологія вийшла за рамки геологічних методів безпосереднього, “контактного” вивчення геологічних тіл та їхніх просторових, просторово-часових взаємовідношень. Отже, вона ввела методи фізики у список геологічно повноцінних дослідницьких про-

цедур, а числові параметри фізичного руху (швидкість переміщення плит, траєкторія руху) – у практику вивчення геологічної еволюції. Водночас, тектоніка плит досі не пододала бар'єру кінематики, оскільки вона все ще оперує лише цими кінематичними за фізичною сутністю параметрами, а термін “геодинаміка”, що часто супроводжує тектонічні побудови, є, радше, “на виріст”. Коротше кажучи, це вже геокінематика, але ще не геодинаміка, у тому сенсі поняття “динаміка” як його розуміє фізика. Іншими словами, методологічно тектоніка плит у жодній з її версій не стала навіть класичною у стандартах фізичної теорії, хоча в сучасному стандарті наук про Землю вона 40 років тому переступила межу класики.

Тут слушно поставити питання: чи взагалі геологія здатна подолати бар'єр класичної науки у сенсі Г. Башляра (1987) [1]? У сенсі теоретичного опису, що передбачає побудову математичних моделей ідеальних об'єктів, цей бар'єр перейдено щонайменше в одному з ідеальних секвенсів [17]. У тектоніці плит цей критерій Г. Башляра може бути витримано лише за умови її переходу з геокінематичного на геодинамічний (*sensu stricto*) рівень. Коли і де це відбудеться – за межами можливості передбачення.

Ще одне методологічно важливе питання: чи може тектоніка плит, подолавши бар'єр кінематики, стати універсальною геодинамічною теорією? З позицій досягнутого тектоніка плит має шанси подолати геохронологічний рубіж мезозою і бути доволі коректно екстрапольованою на палеозой. Водночас, її навряд чи вдасться застосувати для докембрію, для часового інтервалу, що тривав 4 млрд. років [6]. Крім того, раніше чи пізніше постане питання, чи є причиною руху плит конвективні течії, оскільки вже нині для пояснення кінематичних ефектів руху плит доводиться розробляти моделі двошарових конвективних потоків [18, 20, 21], що перетворює розробку математичних моделей цих процесів у мистецтво, та породжує інтуїтивне відчуття їхньої надмірної громіздкості, що, зазвичай, не сумісна з “істинною” фізикою реального процесу. Ймовірно, що механізм конвективних потоків виявиться “енергетично збитковим” для тектоніки плит, а самі плити – зовсім “молодим”, фанерозойським, геологічним феноменом. Це породило б ціле коло питань, пов'язаних з доплитним етапом еволюції Землі, фізичними причинами плитного феномену.

Навіть з цього короткого огляду геологічних проблем очевидно, що з визріванням теоретичного рівня геології кількість методологічних питань, породжуваних цим процесом, буде зростати подібно до того, як це відбувалось у випадку з фізикою. Водночас ці проблеми зростання будуть лежати не тільки у площині фізичних теорій і міститимуть питання, які перед фізикою не поставали з огляду на нетотожність об'єктів досліджень геології та фізики. Кожна планета є фізичним тілом, а отже, повинна підпорядковуватись загальнофізичним законам, проте не кожна планета є Землею, а отже, без вивчення її геологічної феноменології вона недоступна для фізичних теорій. Слушність цієї думки підтверджує той факт, що зовсім доброякісні фізичні моделі внутрішньої будови Землі, розроблені на початку ХХ ст., виявились неспроможними внести нічого суттєвого в проблему геологічної еволюції Землі. Її досі, як вже зазначено, не вдається розробити динаміки плит, хоча теорія динаміки механічних систем розроблена чи не найдосконаліше ще в старій добрій класичній механіці! Такий висновок, на перший погляд, неймовірний, однак він добре узгоджується з тим, що писав про геологію відомий фізик Р. Фейнман: “Вивчаючи геологію, ви переконаєтесь, що дійсно відбуваються і гороутворення, і вулканізм, проте ніхто їх не розуміє; не розуміє того, що складає половину геології” [12, с. 68]. І далі підводить підсумок: “Зі своєю планетою ми даємо собі раду гірше, ніж зі станом речовини в зірках” [12, с. 68].

З огляду на еволюційний, геоісторичний аспект геології постає ще одне коло проблем. Як узагалі геологи розуміють, що відбувалось на Землі, скажімо, 65 млн. років тому? Іншими словами, як вони розуміють те, що знають? І скільки вони розуміють з того, що знають? Це коло питань за характером і природою дуже близьке до герменевтичної проблематики гуманітарних наук [5]. Про певну подібність проблематики свідчить навіть термін “літопис”, особливо часто вживаний в англійській літературі з геології (the stratigraphic record). Цю проблематику, на жаль, не порушували ні геологи, ні філософи.

Зрештою, можливо, що це не тільки філософсько-геологічна проблема. Свого часу відомий радянський фізик Л. Ландау зазначив з приводу фізики: “Ми можемо пояснити те, що не можемо осягнути”. Це надзвичайно важливий і складний елемент природничих наук – неідентичність знання і розуміння. Ця тема, можливо, приведе з часом до потреби у розробці “метагерменевтики природничих наук”, засвідчуючи, що геологія є широким полем для філософського осмислення, а не тільки емпіричною наукою з суто утилітарними проблемами пошуків родовищ корисних копалин.

Автор вдячний професорам А. Сіворову та В. Кирилюку за критичні зауваження до рукопису. Особлива вдячність доктору геологічних наук С. Круглову, тривалі дискусії з яким були безумовним стимулом до написання цієї праці і чия смерть 2005 р. була для автора відчутною втратою.

1. *Бахляр Г.* Новый рационализм. М.: Прогресс, 1987. 376 с.
2. *Борн М.* Непрерывность, детерминизм, реальность // Борн М. Размышления и воспоминания физика. М.: Наука, 1977. С. 162–187.
3. *Бунге М.* Философия физики. М.: Прогресс, 1975. 347 с.
4. *Вегенер А.* Происхождение континентов. Л.: Наука, 1984. 285 с.
5. *Гадамер Г.Г.* Истина и метод. М.: Прогресс, 1988. 700 с.
6. *Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Моралев В.М.* Глобальная тектоника, магматизм и металлогения. М.: Недра, 1976. 231 с.
7. *История геологии / Отв. ред. И.В. Батюшкова.* М.: Наука, 1973. 388 с.
8. *Кокс А., Харт Р.* Тектоника плит. М.: Мир, 1989. 427 с.
9. *Ле Пшон К., Франито Ж., Боннин Ж.* Тектоника плит. М.: Мир, 1977. 287 с.
10. *Новая глобальная тектоника (тектоника плит) / Сб. ст. под ред. Л.П. Зоненшайна и А.А. Ковалева.* М.: Мир, 1974. 471 с.
11. *Пуанкаре А.О.* О науке. М.: Наука, 1983. 560 с.
12. *Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М.* Фейнмановские лекции по физике. Т. 1, М.: Мир, 1976. 439 с.
13. *Франк Ф.* Философия науки. Связь между наукой и философией. М.: Изд. иностр. лит., 1960. 543 с.
14. *Фурмарье П.* Проблемы дрейфа континентов. М.: Мир, 1971. 255 с.
15. *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов. Т. 4. Статьи, рецензии, письма. Эволюция физики. М.: Наука, 1967. 578 с.
16. *Hsui A. and Toksoz N.* Back-arc spreading: trench migration, continental pull or induced convection. *Tectonophysics*. Vol. 74. 1981. P. 89–98.
17. *Jervey M.T.* Quantitative geological modelling of siliciclastic rocks sequences and their seismic expression. In: *Sea-level changes: an integrated approach*. Eds. C.K. Wilgus, B.S. Hastings, H. Possamantier, J. Van Wagoner, C.A. Ross, C.G. St.C.

- Kendall, Soc. of Ec. Paleont. and Mineralog. special publication. N 42. Tulsa, Oklahoma, 1988. P. 47–69.
18. *Le Pichon X. and Huchon P.* Geoid, Pangea and convection. Earth Planetary Science Letters, 1984. Vol. 67. P. 123–135.
 19. *Uyeda S.* Subduction zones: an introduction to comparative subductology. Tectonophysics. 1982. Vol. 81. P. 133–159.
 20. *Ziegler P.A.* Plate moving mechanisms: their relative importance. Journal of the Geological society, London. Vol. 150. 1993. P. 927–940.
 21. *Ziegler P.A.* Geological Atlas of Western and Central Europe. Second and completely revised edition, Shell Intern. Maatsch. BV, 1990. 239 p.

**THE PARADIGM CHANGE IN THE GEOLOGY OF XXCENTURY:
RETROSPECTION AND PERSPECTION(LULLABY FOR MOWGLI)**

I. Popadyuk

SPK-Geoservice Ltd

Kharkivskie shosse 144-V, Kyiv, 02091, e-mail: popadyuk123@yandex.ru

The paradigm change in the modern geology was triggered with plate tectonic concept in 70-th of the last century. Retrospective analysis reveals that paradigm shift has occurred when a “new” concept interpreting a new body of data acquired beyond the scope of the “old” concept has incorporated the data massif from the “old” concept domain overprinting it at “new” concept pattern.

Key words: Geology, Philosophy, concept, paradigm,

**ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАДИГМЫ В ГЕОЛОГИИ XX ВЕКА:
РЕТРОСПЕКТИВА И ПЕРСПЕКТИВА
(КОЛЫБЕЛЬНАЯ ДЛЯ МАУГЛИ)**

І. Попадюк

Харьковское шоссе 144-В, Киев, 02091, e-mail: popadyuk123@yandex.ru

Смена парадигмы современной геологии началась с появлением концепции тектоники плит в 70-х годах XX в. Ретроспективный анализ свидетельствует, что смена парадигмы произошла тогда, когда “новая” концепция, созданная на новых данных, полученных вне сферы влияния “старой” концепции, ввела в свой концептуальный контекст данные, накопленные “старой” концепцией.

Ключевые слова: геология, философия, концепция, парадигма.

Стаття надійшла до редколегії 27.10.2010

Прийнята до друку 08.11.2010