



ГЕОХІМІЯ (від *гео...* і *хімія*) — наука про історію атомів, які складають нашу Землю. Предметом Г. як складника космохімії, є вивчення розповсюдженості й поведінки хім. елементів та ізотопів у земній корі, біосфері та Землі в цілому. Завданням Г. є встановлення закономірностей розповсюдження й розподілу елементів і їхніх ізотопів у фіз.-хім. умовах Землі та вивчення первин. складу Землі. Становлення Г. відбувалося стихійно протягом тисячоліття в процесі практич. діяльності людини: отримання скла або виплавлення металів з руд у давніх Вавилоні й Китаї, розвиток металургії, мінералогії і гірн. справи в Європі тощо. Поступово приходило усвідомлення того, що навколиш. світ складається з хім. елементів, закономірності поведінки яких були в кінцевому підсумку зафіксовані в законі періодичності елементів Д. Менделєєва і відповід. таблиці хім. елементів. Сам термін «Г.» уперше запровадив швейцар. хімік Х. Шейнбейк, який вважав, що Г. повинна звертати увагу на хім. природу мас, що складають Земну кулю, і на їхнє походження. Г. як наука почала утверджуватися лише після розвитку атомно-молекуляр. уявлень у хімії й фізиці в результаті узагальнення величез. кількості нагромаджених експерим. даних про розповсюдженість і розподіл хім. елементів в орган. і неорган. речовині земної кори та застосуванням спектрал. аналізу для дослідж. Сонця. Фундамент Г. заклав Ф. Кларк, який 1899 дав першу зведену таблицю серед. хім. складу земної кори, а 1908 видав капітал. зведення з Г. «Data of Geochemistry» («Основи геохімії»). Становлення Г. пов'язане з іменем В. Вернадського та періодом його перебування проф. мінералогії у Моск. університеті. Поряд з В. Вернадським класиками Г. вважаються В. Гольдшмідт і О. Ферсман, але саме В. Вернадський показав всеосяж. характер Г., акцентуючи увагу на тому, що вона є частиною космохімії. Основою оцінки складу Землі служать дані про космічну розповсюдженість атомів. Ці дані в міру нагромадження експерим. матеріалу і розвитку теорії нуклеосинтезу постійно переглядаються. Інші зоряні світи, як свідчать спектрал. дослідж., складаються з тих самих елементів, що й Сонячна система, але дуже відрізняються один від одного кількістю і співвідношенням цих елементів. Величезне значення для становлення Г. мало відкриття 1896 Д. Менделєєвим закону періодичності елементів. Період. таблиця хім. елементів стала наріжним каменем, на якому будувалися всі сучасні природничі науки, починаючи від ядер. фізики і кінчаючи біологією. Таблиця Менделєєва включає в себе 92 елементи. Деякі з них не мали стабіл. або довгоживучих ізотопів і не дожили до ниніш. часу (технецій і прازیодим), інші, від-

носно короткоживучі, підтримують свою розповсюдженість за рахунок розпаду радіоактив. рядів ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th (радон, актиній, протактиній) і ядер. реакцій (плутоній).

Техногенез (робота АЕС і ядер. вироб-в, випробування ядер. зброї, Чорнобил. катастрофа та ін.) призвів до появи в навколиш. середовищі радіоактив. ізотопів багатьох елементів, серед яких особливо екологічно небезпечними є ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{239}Pu , ^{241}Pu , ^{241}Am . Радіоактивні елементи є предметом вивчення радіогеохімії. Г. базується на досягненнях *фізики*, *хімії* і *біології*, використовує в своїх дослідж. фіз., фіз.-хім., біохім. методи. Геохім. дані є одним із наріж. каменів космохімії, *астрофізики* і планетології. Ці науки використовують їх при з'ясуванні питань походження елементів, структуризації галактик і планет. систем, походження Соняч. системи, зокрема Сонця, планет, астероїдів, комет, метеоритів і косміч. пилу. Як наука Г. пронизує *геологію*, фізику, хімію і біологію в тій частині, де ці науки пов'язані з тими або ін. природ. явищами і процесами. Мінералогія і петрографія, *гідрогеологія* і *гідрохімія*, хім. технології, *металургія*, *геофізика* і *біохімія*, с.-г. наука використовують у своїх побудовах ті або ін. геохім. закономірності. Неможливо прогнозувати екол. стан довкілля або біосфери в цілому, не спираючись на дані Г. Знання геохім. процесів, пов'язаних з флорою і фауною, має велике значення для с. господарства і медицини. Різноманітні аспекти Г. розвивалися надто нерівномірно, що пояснювалося тими або ін. запитами соціуму в кожний певний відтин часу. І якщо, напр., у 1950–60-х рр. ВПК СРСР вимагав розвитку уранової та ядерно-енергет. промисловості, то й Г. радіоактив. елементів одержувала відповідні пріоритети. В ниніш. час пріоритети віддаються біогеохімії і екол. Г. Отримані геохім. дані використовуються при вирішенні ряду фундам. і приклад. проблем. До фундам. проблем можна віднести походження і еволюцію Землі в цілому і її геосфер зокрема. Особлива увага при цьому надається питанню утворення земної кори, розподілу в ній хім. елементів, процесам, відповідал. за їхнє розсіювання і концентрацію, аж до утворення рудонос. провінцій і окремих родовищ корис. копалин. Не менш фундам. роль Г. в проблемах утворення і функціонування біосфери, виникнення і збереження життя на Землі шляхом рац. використання природ. ресурсів з наголосом на відновлювані джерела, тобто, як говорив В. Вернадський, — створення сфери розуму — ноосфери. Останнє в свідомості прогресив. кіл громадськості стає з кожним роком дедалі актуальнішим. В. Вернадський створив в Україні першу в Рос. імперії біогеохім. лаб. За його підтримки 1910 в Одесі Є. Бурксер заснував

радіолог. лаб. 1937 у складі сектора мінералогії і петрології Інституту геол. наук АН УРСР була створена геохім. секція, що трансформувалася після цього в відділ, який очолював чл.-кор. АН УРСР Є. Бурксер. 1955 під його керівництвом була створена лаб. абсолют. віку і ядер. процесів, яку після смерті Є. Бурксера (1965) очолив *М. Щербак* (нині відділ геохімії ізотопів і радіогеохронології). Розпочаті Є. Бурксером роботи в царині Г. ізотопів і радіогеохронології енергійно підтримувалися тодіш. 1-м віце-президентом АН УРСР академік *М. Семененком*.

Нині в Україні розвиваються кілька напрямків Г.: Г. Землі і космохімія; Г. навколиш. середовища і радіогеохімія; ізотопна Г. і ядерна геохронологія; Г. ендеген. і екзоген. процесів; Г. нафти і газу; прикладна Г. і геохім. засоби пошуків корис. копалин, зокрема Г. золоторуд. і уранових родовищ; Г. техногенезу.

В останні роки життя *М. Семененко* зосередився на глобал. проблемах Г., розробивши основи систематики хім. елементів у зв'язку з особливостями будови їхніх атомів і кристалохім. характеристиками, поведінкою окремих елементів та їхніх груп у різних природ. процесах, параметрами співвідношень таких елементів у породах різноманіт. генези, особливостями хім. складу геол. формацій, окремих ділянок і в цілому земної кори, літосфери, мантії та ядра Землі. Маючи багатий досвід використання геохім. закономірностей при вирішенні геол. проблем, *М. Семененко* в кінцевому підсумку прийшов до узагальнення своїх уявлень про геохім. процеси в літосфері і створення моделей походження континентал. кори та геосфер у цілому. Він розробив геохім. киснево-водневу модель Землі, згідно з якою мантія і земна кора являють собою кисневий каркас, а ядро — первинно-гідридну речовину. З геохім. позиції розглянуті енергетика Землі, її періодичне енергет. розвантаження і дегазація, Г. водню. Показано роль кисню в кристалохім. структурі кисневого каркасу периферій. оболонки Землі і закономірності розподілу елементів. Встановлено геохім. баланс стадії розвитку Землі. Виділені стадії розвитку косміч. речовини; окислення гідрид. речовини і утворення силікатів протопланет. речовини мантії; виникнення і розвитку кори і літосфери Землі. Обґрунтовано виділення глибин., зв'язаних з гравітац. рівнями, концентрич. оболонок, сфер; надщіл. модифікацій силікатів верх. мантії; металізації неметалів, суміші водню і металів зовн. ядра. 1969 в Геохімії і фізики мінералів інституті НАНУ з ініціативи *М. Семененка* створ. відділ ядер. Г. і космохімії під керівництвом *Е. Соботовича*. Одним з осн. завдань цього відділу є фундам. розробки в галузі глобал. Г., починаючи від походження елементів, метеоритів і Землі та закінчуючи екол. проблемами. Цей відділ виявився найбільш підготовленим в Україні до наук. супроводу контрзаходів на забруднених територіях після Чорнобил. катастрофи. Саме тут створ. наук. школу радіогеохімії, доведено гетерогенність косміч.

речовини, побудовано і обґрунтовано поліхронно-гетерогенну модель Землі; запропоновано концепцію формування оболонок Землі, що пояснює суперечності, нагромаджені в косміч. і теор. геології; узагальнено і систематизовано дані про розповсюдження елементів та ізотопів у тілах Соняч. системи; розглянуто фіз.-хім. і ядерно-фіз. умови утворення і еволюції косміч. речовини, вивчено роль речовин. впливу космосу на Землю; закладено основи для теор. прогнозування закономірностей формування і розповсюдження мінерал. ресурсів Соняч. системи, зокрема Землі та її геосфери. Згідно із сучас. уявленнями, що активно розвивалися у відділі ядер. Г. і космохімії, Земля утворилася з матеріалу початкової газо-пилової хмари водночас (протягом десятків млн р.) із Сонцем та ін. планетами. Різноманіт. елемент. склад планет визначався фіз.-хім. умовами газово-пилової хмари, що диференціювалася. Залежно від швидкості нарощування маси зародками планет розподілялася частка дрібних і великих фрагментів, легких і важких елементів, що йшли на їхнє будівництво. На це накладався і радіал. розподіл буд. матеріалу в протосоняч. хмарі, що диференціювалася. Викладені уявлення лягли в основу поліхронно-гетерогенної моделі походження Землі та її геосфер. Ця модель, запропонована і розроблена *В. Рудником* і *Е. Соботовичем*, нині з тими або ін. варіаціями визнана у світі. Вона лежить і у фундаменті космоекології, що зароджується в Україні; синтезує досягнення ін. наук і має дати цілісну картину навколиш. світу. Згідно з визначенням *Е. Соботовича* і *В. Семененка*, космоекологія — це наука про речовин. і енергет. вплив косміч. оточення на Землю і про практичне використання ближ. космосу. Одне з найважливіших завдань космоекології полягає у створенні фундам. передумов для екологічно обґрунтованого використання невичерп. мінерал. і енергет. ресурсів Космосу. Фундам. дослідж. в цьому напрямку проводяться у створеному *Е. Соботовичем* при Відділ. радіохімії навколишнього середовища НАНУ 1995 відділі космоекології і косміч. мінералогії, який очолила *В. Семененко*. Роботи в царині охорони довкілля почали розвиватися в Україні на поч. 1970-х рр., але набули особливого значення після аварії на ЧАЕС. Дослідж. проводилися гол. чином у двох напрямках: радіогеохімії (*Е. Соботович*, *Г. Бондаренко*, *А. Самчук*, *Ю. Сущик* та ін.) і екол. Г. важких металів і галогенів (*Е. Жовинський*, *І. Кураєва*, *В. Маничев* та ін.). Роботи першого напрямку набули широкого розмаху після утворення Відділ. радіогеохімії навколиш. середовища (*Е. Соботович*) на базі ряду відділів Інституту геохімії і фізики мінералів і Відділ. металогенії НАНУ. Роботи другого напрямку почали інтенсивно розвиватися від 1987. За короткий час вивчено закономірності розподілу токсич. елементів в об'єктах довкілля (ґрунти, води, донні осади, сніг) і різні ландшафтно-геохім. і екол.-геохім. зони України; встановлено особливості геохім. поведінки токсич.

елементів (важкі метали, галогени) за умов міської агломерації (Е. Жовинський, А. Самчук, І. Кураєва, В. Маничев та ін.). Аналогічні дослідж. виконано для агроландшафтів різних природ. зон України, що дозволило визначити фонові і аномал. концентрації ряду токсич. елементів для різних екол.-геохім. і ландшафтно-геохім. р-нів, зокрема заповід. зон України (Е. Жовинський, І. Кураєва, В. Маничев, 1983).

В ділянці ізотопної Г. і ядер. геохронології досліджень (Е. Соботович) обґрунтовано і впроваджено в геохронолог. практику свинцево-ізохрон. метод датування гірських порід та його різновиди (радіосвинцево-свинцевий, метод «точки», «погоджених різниць»), що стали надій. інструментом у практиці датування геол. об'єктів з низьким вмістом урану. Вперше виявлено породи віком бл. 4 млрд р., що раніше не були відомі на Землі.

Дослідж. у напрямку геохімії ендеген. і екзоген. процесів почали розвиватися від 50-х рр. у Львові в [Геології і геохімії горючих копалин інституті НАНУ](#), а від 1960-х рр. у Києві, особливо у відділі геології і геохімії літогенезу Інституту геохімії і фізики мінералів НАНУ, який 1969–81 очолював академік АН УРСР Л. Ткачук. Ці роботи проводилися гол. чином за 3-ма напрямками: Г. осадових порід осн. геол. структур України; Г. окремих хім. елементів; Г. процесів гіпергенезу, літогенезу і осад. рудоутворення.

Встановлено літолого-геохім. особливості давніх осад. порід Волино-Подолії, Дніпров.-Донец. западини, Причорномор'я, Криму, Карпат, Передкарпат. і Закарпат. прогинів. Вивчено постседиментаційні зміни осад. порід, визначено осн. етапи їхніх перетворень, виявлено провідні геохім. чинники, що впливають на ці процеси, а також зв'язок їх з диференціацією та інтеграцією рудних компонентів і формуванням їхніх родовищ на різних стадіях літогенезу (Л. Ткачук, Е. Жовинський, 1972). Геохім. і літолого-фаціал. вивчення нафтогазоносності і вугленос. регіонів провела група львів. учених. Під керівництвом [Г. Доленка](#) розглянуто найважливіші питання Г. нафти і газу; вивчено склад нафти, її походження, міграція та акумуляція природ. вуглеводів у різноманіт. осад. відкладах України; розроблено методи комплекс. критеріїв прогнозу та пошуків нафти і газу на базі вивчення геохім. і гідрогеол. особливостей діючих родовищ нафти і газу. Вивчення геохімії вуглецевміс. флюїдів дозволило розробити модель перетворення глибин. вуглеводнів і показати їх хім. і фіз.-хім. природу.

Розроблення геохім. методів пошуку корис. копалин та їхнє використання за умов України базується на результатах ландшафтно-геохім. дослідж. (Б. Міцкевич, 1971) та на фіз.-хім. даних, отриманих з допомогою термодинаміч. аналізу, експерим. дослідж. і матем. моделювання (Е. Жовинський, 1985). Найбільшого розвитку геохім. методи пошуків отримали від 1980 в лаб. літогеохім. методів пошуків корис. копалин, яка була

реформована 1991 у відділ пошук. і екол. Г. Інституту геохімії, мінералогії і рудоутворення НАНУ, і в Київ. університеті під керівництвом проф. М. Толстого. Були розроблені основи районування тер. України за умови ведення геохім. зйомок за вторин. ореолами і потоками розсіювання (Б. Міцкевич, 1971). На підставі дослідж. ізотоп. складу водню і кисню в підзем. водах нафтогазонос. р-нів запропонований і широко впроваджений у геол. практику новий метод пошуків родовищ вуглеводів (М. Щербак, [В. Ветштейн](#), В. Артемчук). В процесі інтенсив. геол.-пошук. робіт, спрямованих на виявлення на території України родовищ урану і заліза ([Я. Бєлєвцев](#), [В. Коваль](#), [Ю. Мельник](#)), отримано великий фактич. матеріал з розподілу і форм знаходження урану і супут. йому елементів у геол. формаціях і структурах різноманіт. віку. Це дозволило створити геохім. моделі нагромадження урану до пром. концентрацій, що відображають багаторазовий його перерозподіл при процесах метаморфізму, метасоматич. заміщення, вивітрюванні і скупчення на геохім. бар'єрах до пром. концентрацій. Роботи очолили академік НАНУ Я. Бєлєвцев, чл.-кор. АН СРСР А. Тугаринов і д-р геол.-мінерал. н. В. Коваль, які створили відомі школи з Г. уран. рудоутворення.

На основі вивчення закономірностей міграції природ. і техноген. нуклідів, зокрема радіонуклідів чорнобил. походження, з'ясована роль техноген. впливу на довкілля; запропоновано засоби прогнозування екол. середовища, а також визначено механізми і способи очищення забруднених об'єктів. Чорнобил. катастрофа підняла величез. пласт наук. проблем, які не стояли раніше перед дослідниками. Для оцінки екол. ситуації на забруднених територіях і її прогнозу слід враховувати не тільки простор. розподіл щільності забруднення довговіч. радіоізотопами цезію, стронцію, плутонію та ін., необхідне й використання характеристик випадів і природ. середовища, що їх вмістило (фазовий склад випадів, вміст і темпи утворення рухомих форм радіонуклідів, коефіцієнти переходу і нагромадження радіоізоотопів у різноманіт. видах рослинності і продуктах с.-г. виробництва, ландшафтно-геохім. і літологічні особливості забруднених р-нів, їх соц.-геогр. характеристики та ін.). Для вивчення реакції природ. систем на Чорнобил. радіоактивне забруднення необхідний також і комплекс. підхід до дослідж. складних геохім., зокрема біогеохім., процесів не так у окремих структурах, як у системі в цілому (Е. Соботович, Г. Бондаренко). Проводяться н.-д. роботи щодо поводження з радіоактив. відходами, зокрема їхньої поведінки під час зберігання і поховання (Е. Соботович, В. Скворцов). Аналогічні роботи ведуться з токсич. відходами. Зібраний банк з токсич. відходів України, ведуться роботи зі створення технології і переробки, зберігання і заховання ([Б. Горлицький](#)). Одержані при цьому різнопланові і багатомірні масиви даних повинні бути правильно зіставлені і зінтегровані, а результати

узагальнення простор. розподілу екол. характеристик можуть бути відображені на спеціаліз. схемах і картах. Ці дослідж. можуть лягти в основу територ. розподілу високоенергет. вироб-в, видачі рекомендацій про їх розміщення як на поверхні Землі, так і в її глибинах.

На створ. 1995 Держ. наук. центр радіогеохімії навколиш. середовища НАН і Міністерства з надзвичай. ситуацій України, дир. якого є академік НАНУ Е. Соботович, покладено вирішення таких завдань: вивчення геохім. основ формування ноосфери; розроблення шляхів реабілітації територій, забруднених радіоактив. і токсич. елементами; опрацювання способів поводження з радіоактив. і токсич. відходами, гол. чином їхнього зберігання і заховання; подальші дослідж. в царині Г. урану і супут. елементів; наук. супровід уранодобув. і ураноперероб. промисловості; дослідж. в царині Г. радіоактив. і ін. техноген. елементів, що забруднюють природні комплекси України, та екол. стійкості останніх; вивчення можливостей самоочищення забруднених територій. Таким чином, фундам. розробки в царині Г. знаходять своє практичне застосування, особливо в сфері забезпечення охорони довкілля.

Рекомендована література

1. Бурксер Є. С. Утворення та руйнування хімічних елементів у космосі. К., 1956;
2. Гаврусевич А. Основы геохимии. Москва, 1968;
3. Соботович Э. В. Изотопы свинца в геохимии и космохимии. Москва, 1970;
4. Мицкевич Б. Ф. Геохімічні ландшафти Українського щита. К., 1971;
5. Мельник Ю. П. Физико-химические условия образования докембрийских железистых кварцитов. К., 1973;
6. Соботович Э. В. Изотопная космохимия. Москва, 1974;
7. Щербак Н. П. Петрология и геохронология докембрия Западной части Украинского щита. К., 1975;
8. Соботович Э. В. Космическое вещество в земной коре. Москва, 1976;
9. Белевцев Я. Н. Метаморфогенное рудообразование. Москва, 1979;
10. Жовинский Э. Я. Геохимия фтора в осадочных формациях юго-запада Восточно-Европейской платформы. К., 1979;
11. Коваль В. Б. Геохимическая модель накопления урана в щелочно-карбонатных метасоматитах докембрия. К., 1980;
12. Соботович Э. В., Бартницкий Е. Н., Цюнь О. В., Кононенко Л. В. Справочник по изотопной геохимии. Москва, 1982;
13. Семененко Н. П. Геохимия сфер Земли. К., 1983;
14. Рудник В. А., Соботович Э. В. Ранняя история Земли. Москва, 1984;
15. Соботович Э. В., Семененко В. П. Происхождение метеоритов. К., 1985;
16. Мицкевич Б. Ф., Беспалько Н. А., Егоров О. С. и др. Редкие элементы Украинского щита. К., 1986;
17. Загнитко В. Н., Луговая И. П. Изотопная геохимия карбонатных и железисто-кремнистых пород Украинского щита. К., 1989;
18. Щербак Н. П., Артеменко Г. В., Бартницкий Е. Н. и др. Геохронологическая шкала докембрия Украинского щита. К., 1989;
19. Соботович Э. В., Ольштынський С. П. Геохимия техногенеза. К., 1991;
20. Шраменко И. Ф., Стадник В. А., Осадчий В. К. Геохимия карбонатитов Украинского щита. К., 1992;
21. Соботович Э. В., Бондаренко Г. Н., Ольховик Ю. А. и др. Радиогеохимия зоны влияния ЧАЭС. К., 1992;
22. Чернобыльская катастрофа. К., 1995;
23. Поваренных А. С. Кристаллохимическая классификация минеральных видов. К., 1996;
24. Соботович Э. В., Бондаренко Г. Н., Кононенко Л. В. и др. Геохимия техногенных радионуклидов. К., 2002;
25. Жовинский Э. Я., Кураева И. В. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины. К., 2002.

Е. В. Соботович

Бібліографічний опис:

Геохімія / Е. В. Соботович // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. — К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2006. — Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-29170>

2001-2025 © Ця енциклопедична стаття захищена авторським правом згідно з чинним законодавством України (докладніше).