

**Янин Е.П. Геохимия // Новая Российская энциклопедия: В 12 т. Том 4 (2). – М.: ООО «Издательство «Энциклопедия»: ИД «ИНФРА-М», 2007, с. 210–212.**

**ГЕОХИМИЯ**, наука, изучающая химический состав Земли, распространенность в ней химических элементов и их изотопов, закономерности распределения химических элементов в различных геосферах, законы поведения химических элементов в природных процессах. Основоположники геохимии – В.И. Вернадский (Россия), В.М. Гольдшмидт (Норвегия), Ф.У. Кларк (США), А.Е. Ферсман (Россия). Термин «геохимия» впервые (1838) был использован К.Ф. Шёнбейном (Швейцария) для обозначения науки о химических процессах в земной коре, общепризнанное значение получил после работ Вернадского. Первая крупная сводка по геохимии была подготовлена Кларком (1908); первый университетский курс новой науки прочитал Ферсман (1912).

Согласно Вернадскому, основным объектом геохимии являются химические элементы и их изотопы; предмет геохимии – геохимическая история элементов на нашей планете, которая сводится к их миграции – переносу, концентрированию (накоплению) и переходу элементов из одного состояния (формы нахождения) в другое. Главная теоретическая проблема геохимии – установление закономерностей поведения химических элементов в геосферах Земли. Основные задачи – исследование распространенности химических элементов и определение среднего состава земной коры, установление закономерностей распределения элементов и их изотопов в Земле в целом, в ее геосферах, горных породах, рудах, минералах, почвах, водах, живых организмах, техногенных системах; изучение миграции химических элементов, приводящей к их концентрированию или рассеянию, образованию горных пород и минералов, геохимических провинций, месторождений полезных ископаемых и связанных с ними ореолов и потоков рассеяния, установление закономерностей изменения химического состава биосферы и ее составных частей в условиях техногенного воздействия. В решении этих задач геохимия тесно связана с минералогией, кристаллохимией, петрологией, геофизикой, литологией, другими разделами геологии, с аналитической химией, агрохимией, биологией, гигиеной, географическими науками. Теоретическая база геохимии – физические и химические законы поведения вещества в различных термодинамических условиях, свойственных геосферам Земли. Важнейший методологический принцип геохимии – историзм, основанный на изучении эволюции миграции элементов за период геологической истории, особенностей состава атмосферы, гидросферы и литосферы прошлых геологических эпох, геохимических факторов возникновения и развития жизни и среды ее обитания – биосферы – на Земле. Фактическим основанием геохимии служат количественные данные о содержании и распределении элементов и их

изотопов в различных объектах, о формах нахождения химических элементов и их поведении в природных и техногенных системах. Получение этих сведений опирается на геологическую характеристику объектов, современные физические и физико-химические методы определения элементов в минеральном, жидком, газообразном и живом веществе, математические методы обработки данных. Геохимия выработала собственные методы исследования: метод глобальных геохимических констант – кларков химических элементов, изучение механизма формирования и химической эволюции земной коры на основе представлений о геохимических циклах с учетом принципиальной роли живого вещества, геохимическое картирование и районирование, методы физико-химического анализа парагенезиса химических элементов, метод анализа изменений в геологических процессах соотношений содержания близких по геохимическим свойствам элементов и особенно изотопов и др.

Геохимия базируется на представлении о всеобщем рассеянии химических элементов в земном пространстве (геохимическом поле), которое нашло отражение в законе Вернадского о повсеместной распространенности всех химических элементов периодической системы Менделеева в любом объеме земного вещества, где они находятся в относительно устойчивых динамических равновесиях (формах нахождения), различных для каждой среды нахождения (см. распространенность химических элементов, миграция химических элементов). Отражением всеобщей распространенности элементов служат их кларки. Современное состояние геохимического поля является временной стадией длительных процессов перегруппировки элементов, осуществляемых путем их непрерывной миграции во времени и пространстве. Для большинства химических элементов миграция носит циклический характер, включающая переход элементов в течение геологического времени из одной геосферы в другую и в биосфере осуществляемая или при непосредственном участии живого вещества, или в среде, геохимические особенности которой обусловлены живым веществом (см. геохимические циклы). В биосфере в ходе биологического круговорота атомы поглощаются живым веществом и заряжаются энергией; покидая живое вещество, они отдают накопленную энергию в окружающую среду; за счет этой биогенной энергии осуществляются многие химические реакции; в результате биологического круговорота формируется окислительно-восстановительная зональность биокосных систем. Любой геологический процесс сопровождается накоплением одних элементов и изотопов и рассеянием других, т. е., с точки зрения геохимии, является процессом их разделения. Причина разделения элементов и изотопов в геологических процессах - различие их свойств, зависящих как от внутренних свойств атомов, так и от внешней среды, в которой происходит миграция, что нашло отражение в геохимической классификации элементов.

В основе геохимических процессов лежит закон дифференциации вещества Земли, определяющий зональность распределения химических элементов во всех измерениях и на всех уровнях организации земного вещества и, соответственно, своеобразие химического состава его структурных единиц (геосфер, природных тел и т. д.). Явления зональности особенно характерны для биосферы, основным проявлением которой является резко выраженная геохимическая гетерогенность (неоднородность химического состава и разнообразие физико-химических условий). В пределах земной поверхности выделяются геохимические провинции планетарного и регионального масштабов, т. е. крупные геохимически однородные области, близкие по размерам к металлогеническим, петрографическим, гидрогеологическим и другим провинциям, в которых устойчиво в течение геологического времени проявляются те или иные типы минерализации или геохимические ассоциации, накапливающиеся в ходе геологических процессов. Поскольку сами процессы шли во времени неравномерно, то в истории Земли выделяются геохимические (металлогенические) эпохи, т. е. этапы геологической истории, для которых характерно накопление отдельных элементов или их сочетаний, что проявилось в образовании определенных типов месторождений полезных ископаемых (рудных месторождений). В особых случаях формируются биогеохимические провинции. Поведение химических элементов в биосфере зависит от миграционной и геохимической структуры ландшафтов, в свою очередь подчиненной географической закономерности (закону широтной и вертикальной зональности). Каждая ландшафтная зона – это геохимическая зона с особым типом биологического круговорота атомов и своеобразными условиями их миграции. В настоящее время изменение геохимической структуры биосферы происходит в результате хозяйственной деятельности человека, основным проявлением которой является биогенная миграция химических элементов 3-го рода (см. живое вещество, миграция химических элементов). Установленные закономерности распределения и концентрирования химических элементов в геологических процессах являются теоретической базой геохимических поисков месторождений полезных ископаемых, а также мероприятий по эффективному использованию минерального сырья и охраны окружающей среды при разведке и промышленной эксплуатации месторождений. В последние годы особое значение приобретают геохимические исследования биосферы, на основе которых разрабатываются прогнозы ее эволюции и рациональные меры охраны окружающей среды от загрязнения.

Современная геохимия представляет собой комплекс научных дисциплин, объединяемых единой методологией и конкретными методами исследований. Геохимические особенности основных оболочек Земли – литосферы, атмосферы и гидросферы – изучаются соответственно геохимией литосферы, атмогеохимией и гидрогеохимией (гидрохими-

ей, геохимией природных вод). Исследованием геохимической роли живых организмов занимается биогеохимия. Органическая геохимия изучает историю, условия накопления и геохимическую роль неживого органического вещества. В центре внимания геохимии литогенеза находятся химический состав и физико-химические условия формирования осадочных горных пород и руд, их эволюция в ходе геологической истории, распространенность элементов в осадочных породах, закономерности поведения, распределения и миграции элементов и их ассоциаций в процессах седиментации, диагенеза отложений и эпигенеза. Геохимия природных процессов подразделяется на геохимию эндогенных (магматических, гидротермальных, метаморфических) и экзогенных (гипергенных) процессов. В связи с особой актуальностью наибольшее внимание уделяется геохимическим процессам рудообразования, биогенным процессам и геохимии техногенеза. Геохимия ландшафта исследует химический состав и миграцию химических элементов в ландшафте, свойства ландшафтных систем и особенности их функционирования и развития с помощью анализа миграции атомов. Региональная геохимия изучает геохимические особенности различных территорий – стран, областей, районов, провинций и т. д. Выделение в пределах определенного региона геохимических территориальных единиц (геохимическое районирование) используют при прогнозировании и поисках месторождений полезных ископаемых, при агрогеохимической и медико-геохимической оценке территорий, при решении проблем охраны окружающей среды и других прикладных задач. Понимание принципов и механизмов формирования первичных и вторичных ореолов и потоков рассеяния вокруг рудных тел является основой геохимических поисков полезных ископаемых. Изотопная геохимия исследует поведение изотопов и изотопные сдвиги в химических элементах под влиянием различных геологических, геохимических и космохимических процессов и разрабатывает критерии использования этих данных для решения теоретических и прикладных задач геологии, в том числе, с целью реконструкции важнейших событий в истории элементов и, следовательно, в истории земной коры, Земли в целом, метеоритов и Солнечной системы. Основные проблемы геохимии радиоактивных элементов и изотопов исследуются радиогеологией, главными задачами которой являются изучение поведения радиоактивных элементов в геологических процессах, поиск месторождений радиоактивных руд, исследование энергетических процессов в земной коре, связанных с радиоактивностью; определение абсолютного возраста горных пород и минералов по накоплению продуктов распада радиоактивных изотопов, идущего с постоянной скоростью. В связи с особой актуальностью сырьевых и экологических проблем все большую роль приобретает геохимия отдельных элементов, прослеживающая историю каждого из химических элементов и их изотопов. В последние года в качестве самостоятельных на-

правлений оформились физическая геохимия – наука о физико-химических процессах формирования минералов, горных пород и руд, земной коры и мантии, атмосферы, гидросферы; термобарогеохимия – комплекс методов изучения физико-химических условий процессов минералообразования по особенностям состава газово-жидких и твердых включений в минералах; геохимическая экология, которая исследует взаимодействия организмов и их сообществ с геохимической средой в биосфере; агрогеохимия, основная задача которой заключается в выявлении природных и антропогенных закономерностей изменения геохимических свойств сельскохозяйственных территорий (агрolandшафтов), качества и количества сельскохозяйственной продукции; экологическая геохимия, изучающая историю химических элементов в биосфере в условиях проявления биогеохимических функций человечества.

Ведущие геохимические центры России: Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН (Москва), Институт геохимии им. А.П. Виноградова РАН (Иркутск), Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (Москва) и др. Во многих университетах и Московской геологоразведочной академии имеются кафедры геохимии. С 1950 издается международный журнал «*Geochimica et Cosmochimica Acta*», с 1956 - журнал «Геохимия», другие специализированные издания («Гидрохимические материалы», «Руды и металлы», «*Applied Geochemistry*», «*Biogeochemistry*», «*Chemical Geology*», «*Journal of Geochemical Exploration*», «*Geochemical Journal*», «*Organic Geochemistry*»).

*Вернадский В.И.* Избранные сочинения, т. 1–5. – М., 1954–1960; *Виноградов А.П.* Избранные труды. – М., 1988; *Овчинников Л.Н.* Прикладная геохимия. – М., 1990; *Перельман А.И.* Геохимия. – М., 1989; *Сауков А.А.* Геохимия. – М., 1975; Справочник по геохимии. – М., 1990; *Ферсман А.Е.* Избранные труды, т. 1–7. – М., 1952–1962; *Щербина В.В.* Основы геохимии. – М., 1972; *Clarke F.W.* The data of Geochemistry. – Washington, 1924; *Goldschmidt V.M.* Geochemistry. – Oxford, 1954; *Mason B., Moore C.B.* Principle of Geochemistry. – New York, 1982; *Szàdeczky-Kardoss E.* Geokémia. – Budapest, 1955.