

ГЕОЛОГИЯ, ГЕОФИЗИКА, ГЕОДЕЗИЯ

УДК 550.4.01
ГРНТИ 38.33.03
ВАК 25.00.09

Методы и оценка геохимических исследований Новороссийского района

* Глазырина М. А., Фурманова В. В., Чербачи Ю. В.

НФ БГТУ им. В. Г. Шухова, 353919, Россия, г. Новороссийск, Мысхакское шоссе 75

email: * glazirina444@gmail.com, violetta-furmanova@mail.ru, cherbachi-yu-v@nb-bstu.ru

Статья направлена на формирование знаний основных теоретических положений, оценок и методов изучения геохимических исследований. Приведены данные об эколого-геохимических последствиях техногенеза, различных химических элементов и их соединений, появлении ксенобиотиков, а так же формирование системного подхода к геологическому познанию мира, представлений о единстве и взаимосвязи материи на Земле и в космосе. Статья преимущественно ориентирована на изложение научных основ и принципов экологической геохимии и анализ геохимических аспектов техногенного воздействия на биосферу. Проведена эколого-геохимическая оценка состояния окружающей среды.

Ключевые слова: геохимия, элементы, методы, оценка, геохимические процессы, техногенное воздействие, наука, окружающей среда, экология, анализ, теоретические исследования.

Введение

В данной статье рассматриваются научные основы экологической геологии и геохимии, излагаются сведения по экологической геохимии отдельных элементов, изучением вопросов которой студенты занимаются в рамках самостоятельной работы.

Непосредственно, задачами являются изучение общих принципов и фундаментальных положений экологической геологии и геохимии, анализ масштабов проявлений техногенного преобразования биосферы и специфики геохимических процессов в техногенных ландшафтах в связи с эколого-геохимической оценкой состояния окружающей среды, а также овладение методами эколого-геохимических исследований.

Как известно, геохимия – наука о химическом составе Земли и планет (космохимия), законах распределения и движения элементов и изотопов в различных геологических средах, процессах формирования горных пород, почв и природных вод. Современная геохимия представляет собой комплекс дисциплин, в том числе геохимию изотопов, биогеохимию, региональную геохимию, геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых.

Фактическим основанием геохимии служат количественные данные о содержании и распределении химических элементов и их изотопов в различных объектах: минералах, рудах, горных породах, водах и газах, живых организмах, структурных зонах земной коры, земной коре, мантии и Земле в целом, в разнообразных космических объектах и т.п., а также о формах нахождения и состоянии элементов в природном веществе. Общеизвестно, что получение этих данных опирается на геологическую характеристику объектов, современные

физические и физико-химические методы определения содержания и состояния элементов в минеральном, жидком, газообразном и живом веществе.

Важнейшей задачей геохимии является детальное познание истории химических элементов, участвующих геологических процессах, которые, в конечном счёте, и определяют состояние биосферы- среды обитания человека. В результате человеческой деятельности скорость и направленность многих процессов изменены или нарушены. Для того чтобы понять, оценить, контролировать и регулировать такие изменения, необходимо изучить их на атомарно-молекулярном уровне. Именно в геохимии, изначально имеющей «экологическую основу», заложены возможности получения научных знаний об этих явлениях, необходимых для обоснования и проведения различных природоохранных мероприятий.

Приоритетными задачами геохимии являются: определение относительной и абсолютной распространённости элементов и изотопов в Земле и на её поверхности; изучение распределения и перемещения элементов в различных частях Земли (коре, мантии, гидросфере и т. д.) для выяснения законов и причин неравномерного распределения элементов; анализ распределения элементов и изотопов в космосе и на планетах Солнечной системы (космохимия); изучение геологических процессов и веществ, производимых живыми или вымершими организмами (биогеохимия).

Термин геохимия в 1838 году был введён Кристианом Шёнбейном, который сказал: «Сравнительная геохимия должна быть запущена до того, как геохимия может стать геологией, и до того, как тайна бытия наших планет и их неорганических веществ могут быть раскрыты». Распространённым термином был также «химическая геология».

Большой вклад в создание геохимии как самостоятельной науки внесли В. М. Гольдшмидт, Ф. У. Кларк, В. И. Вернадский, А. Е. Ферсман, А. П. Виноградов и другие учёные.

Геохимия исторически сформировалась как химия элементов в геосферах и во многом продолжает оставаться такой. Это было оправдано во времена Ферсмана и Вернадского. В XX веке появились методы анализа фаз. Что касается дальнейшего развития геохимии — это химия фаз в геосферах.

Огромный прогресс науки и технологий во время Второй мировой войны привёл к появлению новых приборов. Но геохимия в это время ещё развивалась сравнительно медленно. В 1950-х годах всего нескольких журналов было достаточно для публикации всех важных достижений в геохимии. На собрании Американского геофизического общества геохимических сессий было несколько, большинство из них было посвящено локальным проблемам и не выходило за рамки геохимии.

В середине 1950-х годов академик АН СССР Александр Павлович Виноградов основал новое направление в геохимии — изотопную геохимию — фракционирование в природных процессах изотопов лёгких элементов. Результатом таких работ академика Виноградова стало определение абсолютного возраста Земли, щитов — Балтийского, Украинского, Алданского и других, а также пород Индии, Африки и других регионов; изучен состав метеоритов (разные формы углерода, газов и других). Исходя из этого, его исследования дали старт новому этапу развития геохимии.

В 1960-х годах атмосферная и морская геохимия интегрировались в геохимию твёрдой Земли; космохимия и биогеохимия внесли огромный вклад в наше понимание истории нашей планеты. Началось изучение Земли как единой системы.

Исходя из выше сказанного, масштабные морские экспедиции показали, как и насколько быстро смешиваются воды океанов, они продемонстрировали связь между морской биологией, физической океанологией и морским осадконакоплением. Открытие гидротермальных источников показало, как формируются рудные месторождения. Были открыты прежде неизвестные экосистемы, и были выяснены факторы, которые управляют составом морской воды.

Теория тектоники плит преобразила геохимию. Геохимики полагают, что поведение осадков и океанической коры в зонах субдукции, их погружение и эксгумацию. Зона субдукции — линейная зона на границе литосферных плит, вдоль которой происходит погружение одних

блоков земной коры под другие Новые эксперименты при температурах и давлениях глубин Земли позволили выяснить, какова трехмерная структура мантии и как происходит генерация магм. Доставка на Землю лунных пород, исследование с помощью космических аппаратов планет и их спутников и успешный поиск планет в других звёздных системах произвели революцию в нашем понимании Вселенной.

Геохимия также срослась с экологией. Современные аналитические методы позволяют достаточно точно определять количество любого химического элемента в любом объекте, доступном для отбора образцов. Открытие озоновых дыр прозвучало как недвусмысленный тревожный признак и источник новых фундаментальных взглядов в фотохимии и динамике атмосферы. Исследование этих явлений служит источником новой информации о взаимодействии атмосферы с биосферой, земной корой и океанами.

На сегодня геохимия заняла ведущее место среди наук о Земле. Она изучает глобальные перемещения вещества и энергии во времени и пространстве. Сбылось предсказание Вернадского о центральной роли геохимии среди наук о веществе.

Водная геохимия описывает различные элементы в водосборных бассейнах, в том числе меди, серы, ртути, и то, как обмениваются потоки элементарных частиц посредством взаимодействий атмосферы, земли и воды. Биогеохимия — это область исследований, изучающая влияние жизни на химию Земли. Космохимия включает в себя анализ распределения элементов и их изотопов в космосе. Изотопная геохимия включает определения относительных и абсолютных концентраций элементов и их изотопов на Земле и её поверхности. Органическая геохимия изучает роль процессов и соединений, происходящих из живых или некогда живых организмов. Фотогеохимия — это исследование вызванных светом химических реакций, которые происходят или могут происходить среди природных компонентов земной поверхности. Региональная геохимия включает приложения к экологическим, гидрологическим и минеральным исследованиям.

В геохимических исследованиях используются аналитические методы, которые могут быть подразделены на общие и специальные.

Общие методы проводятся для анализа относительно большого количества элементов.

1) Химический анализ. Распространен для определения макросостава горных пород и минералов (силикатный анализ), хотя в принципе можно определять широкий круг элементов-примесей. Основан на разложении навески проб химическим путем в кислотах. Далее растворы с определяемыми компонентами фотометрируют спектрофотометрами, которые настроены с помощью серии стандартных растворов (SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 , $\text{Fe}_{\text{ооб}}$, микроэлементы – Sb, As, Se и др.).

Достоинства: достаточно большие навески, высокая точность определений.

Недостатки: трудоемкость, ядовитые химикаты, низкая чувствительность.

2) Спектральный анализ. Этим методом может быть определен широкий круг элементов (УО элементов). Метод высокочувствителен, достаточно точен и позволяет быстро проводить анализ. В основе лежит ионизация атомов, возбуждение спектров и замер их на спектрофотометрах или фотопластинах, сравнение с эталонами и определение качественное, полуколичественное или количественное.

Достоинства: быстрота, экспрессность, большое количество элементов одновременно.

Недостатки: малая навеска, полуколичественный характер.

3) Атомно-абсорбционный анализ основан на распылении анализируемого раствора в пламя в виде аэрозоля, но измерению подлежит не интенсивность излучения определяемого элемента, а степень поглощения атомами исследуемого элемента излучения стандартного источника света.

Метод позволяет определять элементы, не определяемые по эмиссионному варианту (Sb, Bi, Pt, Se, Au, Zn, Hg). По некоторым элементам чувствительность атомно-абсорбционного метода выше, чем эмиссионного (Ag, Hg, Cd, Pb, Mo).

Достоинства – точные количественные определения из раствора; навеска может быть большой.

4) Нейтронно-активационный анализ это одновременный анализ около 50 элементов, включая редкие земли, золото и почти все платиноиды (кроме родия) в количествах близких к кларку из микронавесок (10...200 мг). Метод основан на облучении порошка проб нейтронами в ядерном реакторе, образовании радиоактивных изотопов элементов в пробе и последующем замере гамма-спектров элементов и определении их количества.

Преимущества – высокая чувствительность на большой круг элементов, бездеструктивный. Недостатки – требуется облучение на реакторе, высокая радиоактивность.

5) Рентгенофлуоресцентный (рентгеноспектральный, рентгенорадиометрический) анализ. В основе данного анализа лежит то, что при воздействии рентгеновского излучения на вещество возникает вторичное излучение, спектр которого затем измеряется. Облучают рентгеновскими трубками Cu, Mo, W. Замеры осуществляются на спектрометрах (отражение на кристаллах). Детекторы – сцинтилляторы, счетчики Гейгера, пропорциональные счетчики, пластмасса.

Преимущество: точность определения для многих элементов достаточно высока, бездеструктивный способ, экспрессный. Недостатки: сравнительно низкая чувствительность, радиоактивное излучение.

6) Электронно-зондовый микроанализ. Может осуществлять анализ широкого круга элементов в твердом теле с помощью облучения поверхности электронным лучом (диаметром 3...100 микрометров) и замера спектра вторичного рентгеновского излучения. Чувствительность метода – 0,1...0,01 мас %. Практически используется для определения макросостава минералов и включений в них

Самый современный массовый метод анализа вещества - метод индуктивно-связанной плазмы (ICP-MS, ICP-AES)-ICP-MS - масс-спектрометрическое окончание – AES – измерение эмиссионного спектра атомов. Метод основан на плазменной атомизации вещества из раствора с последующим замером спектра масс атомов или спектра возбужденного состояния атомов. Сейчас разработаны варианты с ионной хроматографией (IC-ICP-MS), с лазерным зондом (LA-ICP-MS) и некоторые другие. Пределы обнаружения ниже фоновых концентраций для различных типов пород, а для отдельных составляют сотые доли ppb. ICP-MS с лазерным зондом, диаметр которого от 5 до 40 мкм, делает возможным определение широкого круга элементов или изотопов непосредственно в минерале также с чувствительностью сотые доли ppb.

Ионно-зондовый микроанализ. В основе метода лежит вторичная ионная масс-спектрометрия (Secondary Ion Mass Spectrometry - SIMS) с положительно (PTI-MS) или отрицательно (NTI-MS) заряженными ионами в первичном пучке. Кроме анализа микрокомпонентов с высокой чувствительностью (1...10 ppm), метод позволяет определять в минерале изотопы таких элементов как B, Se, I, W, Os, Ir, Re с диаметром зонда ~ 10 мкм. Может определять концентрацию воды в минералах и стеклах с чувствительностью 0.02 %.

Недостатки – стоимость ионного масс-спектрометра – 500...700 тыс. долларов.

Специальные аналитические методы используются для определения содержания отдельных элементов, либо для проведения дополнительных исследований веществ:

1. Пробирный анализ (Au, Ag, платиноиды).
2. α -, β -, γ -спектрометрические методы.
3. Спектрохимический метод определения Au, Pt, Pd, TR.
4. Авторадиография.
5. ИК и КР-спектроскопия.

Специальные методы анализа:

Au и Ag анализируются с помощью пробирного, химико-спектрального, атомно-абсорбционного и пробирно-нейтронно-активационного анализов.

γ -спектрометрия – U, Ra, Th, K; β -спектрометрия – Cs, Sr и α -спектрометрия – Rn, Po.

Авторадиография – метод изучения распределения радиоактивных веществ наложением на объект чувствительной к радиоактивным излучениям фотоэмульсии.

ИК-спектроскопия. Этот метод анализа основан на записи инфракрасных спектров поглощения вещества (рис. 1). С помощью ИК-спектроскопии идентифицируются разнообразные функциональные группы: карбонильная, гидроксильная, карбоксильная и др.; исследуются структуры органических и неорганических веществ.

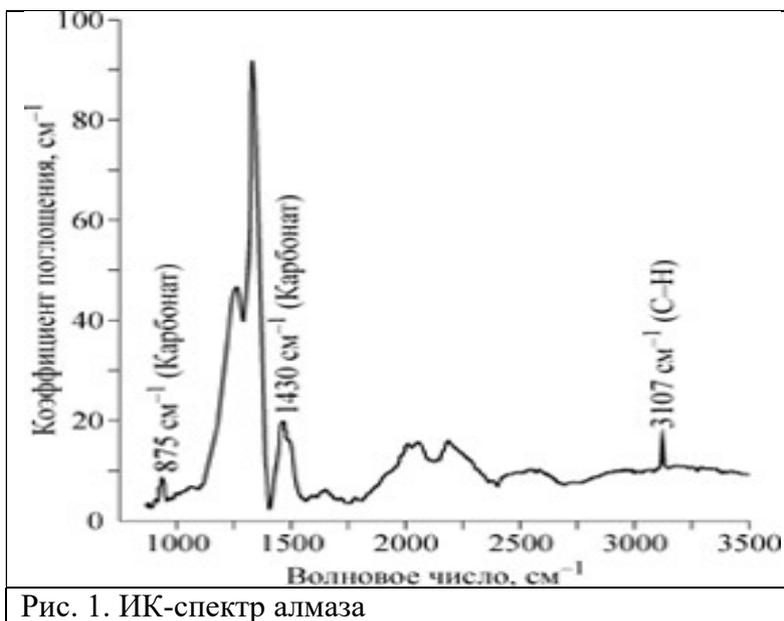


Рис. 1. ИК-спектр алмаза

КР (Рамановская)-спектроскопия. Суть метода заключается в том, что через образец исследуемого вещества пропускают лазерный луч с определенной длиной волны, который при контакте с образцом рассеивается, некоторая часть излучения имеет отличия в длине волны от первичного луча. Эта часть улавливается детектором. В результате анализа можно идентифицировать химические компоненты образца, изучать внутримолекулярные взаимодействия, наблюдая положение и интенсивность полос в КР спектре (рис. 2).

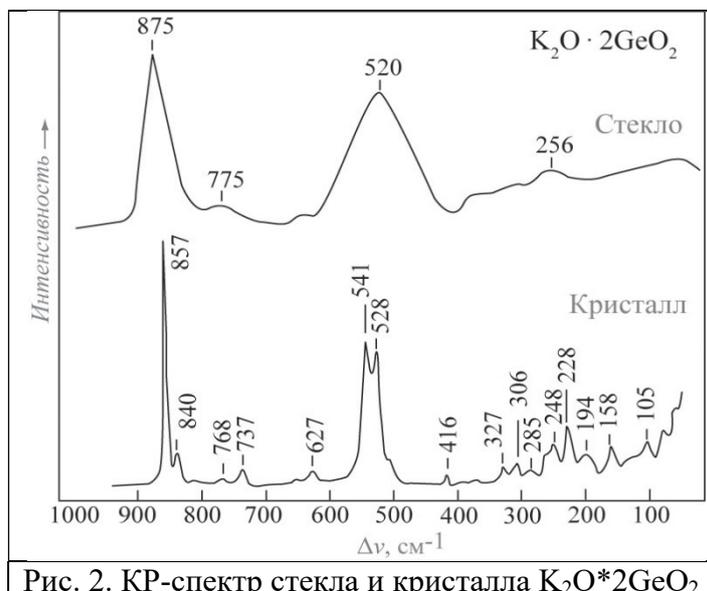


Рис. 2. КР-спектр стекла и кристалла $K_2O \cdot 2GeO_2$

Геохимические методы поисков базируются на представлениях о потенциальной связи повышенных, аномальных содержаний рудных элементов в почвах, аллювии, водах, атмосфере с локализацией на территории месторождений полезных ископаемых.

С научно-методических и практических позиций важным итогом эколого-геохимических исследований является установление закономерных связей между распределением

химических элементов и их соединений в окружающей среде и показателями здоровья населения.

Приёмами экологической геохимии являются геохимическое картирование и геохимический мониторинг.

Исследованиями последних лет показано, что эколого-геохимические последствия техногенеза отражаются не только в направленном увеличении уровней содержания в окружающей среде различных химических элементов и их соединений, в нарушении количественного соотношения их содержаний и в появлении ксенобиотиков.

В настоящее время в различных районах России и сопредельных регионах выполняются «эколого-геохимические исследования», проводятся «эколого-геохимические оценки» и «эколого-геохимическое картирование».

Одним из исследователей Новороссийского района является профессор Алексеенко В. А.. Советский и российский геохимик руководил и непосредственно участвовал в открытиях перспективных рудопроявлений и месторождений полиметаллов, золота, меди, полудрагоценных камней на территории Казахстана.

Выявил лито- и биогеохимические поля, соответствующие районам и узлам месторождений полезных ископаемых. Впервые он обосновал и выделил межбарьерные и поисковые геохимические ландшафты, увеличившие эффективность поисков месторождений и природоохранных работ. Раскрыл ряд закономерностей, образований и устойчивости геохимических (литохимических и биогеохимических) аномалий.

Так же впервые провёл эколого-экономическое районирование Черноморского побережья России и дал оценку эколого-геохимического состояния Северо-Западного Кавказа, Предкавказья и Нижнего Дона. Ввёл новые показатели накопления веществ, абсолютного и относительного разброса химических элементов, выявил их связь со строением электронных оболочек атомов. Установил связь биологического поглощения элементов с их валентностями и размерами ионных радиусов и многое другое.

Заключение

Проведены теоретические исследования и обзоры, в результате которых, конкретные проблемы и вопросы, требующие своего решения и необходимость дальнейшей систематизации теоретических положений экологической геохимии и разработки методологических основ единого комплекса эколого-геохимических исследований, включая совершенствование методов и приемов геохимического картирования. Важнейшей задачей наук о Земле является получение знаний, необходимых для обоснования и разработки принципов и методов оптимизации взаимодействия человека и биосферы. В решении этой задачи особая роль принадлежит экологической геохимии. Подтверждением этого являются статьи, отражающие самые разнообразные аспекты геохимических исследований.

Конфликт интересов

Авторы статьи заявляют, что у них нет конфликта интересов по материалам данной статьи с третьими лицами, на момент подачи статьи в редакцию журнала, и им ничего не известно о возможных конфликтах интересов в настоящем со стороны третьих лиц.

Список литературы

- 1 Алексеенко В. А., Алексеенко А. В. Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов. – Издательство Южного федерального университета, 2013.[<http://nevaaquastop.ru>]
- 2 Неверова О. А. Применение фитоиндикации в оценке загрязнения окружающей среды //Биосфера. – 2009. – Т. 1. – №. 1.[<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42567064>]

3. Перельман А. И. Геохимия. – 1989.

[<https://www.nehudlit.ru/books/detail7946.html>]

4. Саэт, Юлий Ефимович, et al. *Геохимия окружающей среды*. М.: Недра, 1990.

[<https://cyberleninka.ru/article/n/geohimiya-osadochnogo-protsessa>]

5. Алексеенко В. А., Бузмаков С. А., Панин М. С. Геохимия окружающей среды: учеб. пособие для вузов //Пермь: Перм. гос. нац. иссл. ун-т. – 2013.

[<https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-geohimiya-okruzhayushchey-sredy.pdf>]

6. Ермаков В. В. IV международное совещание “геохимия биосферы” //Геохимия. – 2009. – №. 4. – С. 443-445.

[http://resources.krc.karelia.ru/library/doc/articles/geohimicheskie_osobennosti.pdf]

Methods and assessment of geochemical studies of the Novorossiysk region

Glazirina M. A., Furmanova V. V., Cherbaci Yu. V.

*Novorossiysk Branch of Belgorod V G Shukhov State Technology University, 353919, Russia,
Novorossiysk, Myskhakskoe shosse 75*

email: * glazirina444@gmail.com, violetta-furmanova@mail.ru, cherbachi-yu-v@nb-bstu.ru

The article is aimed at the formation of knowledge of the basic theoretical provisions, assessments and methods of studying geochemical research. The data on the ecological and geochemical consequences of technogenesis, various chemical elements and their compounds, the emergence of xenobiotics, as well as the formation of a systematic approach to the geological knowledge of the world, ideas about the unity and interrelation of matter on Earth and in space. The article is mainly focused on the presentation of the scientific foundations and principles of ecological geochemistry and analysis of the geochemical aspects of anthropogenic impact on the biosphere. An ecological and geochemical assessment of the state of the environment has been carried out.

Keywords: geochemistry, elements, methods, assessment, geochemical processes, technogenic impact, science, environment, ecology, analysis, theoretical research.