

Ильяш В.В.
ВГУ, кафедра экологической геологии
Лекции по дисциплине
«Экологическая геохимия»

Лекция 1

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЕОХИМИЯ, ОБЪЕКТЫ И ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Объект и предмет изучения

Экологическая геохимия это геохимия биосферы. Экологическая геохимия, как прикладная ветвь геохимии является базовой в профессиональной подготовке специалистов в области экологической геологии. Согласно Госстандарту: «предметом ее изучения на экологических факультетах являются: биогеохимия; биогеохимические аномалии и их влияние на биоту; биогеохимическое районирование территорий; геохимия техногенных процессов; антропогенные воздействия на биогеохимические циклы элементов; геохимия загрязнений при добыче и переработке горнорудного сырья; виды загрязнения урбанизированных территорий; геохимия радионуклидов; геохимические проблемы захоронения радиоактивных отходов; основы методов эколого-геохимической съемки и картирования; балансовые эколого-геохимические модели и прогнозы состояния окружающей среды». Как можно видеть из перечисленного, круг вопросов экологической геохимии весьма обширен. Если сформулировать короче, то объектом изучения являются химические элементы и их соединения в биосфере и ноосфере, а предметом изучения – законы рассеяния и концентрации в биокозных компонентах экогеосистем. Я подчеркиваю – «биокозные», потому что в биохимии в отличие от биогеохимии и экологической геохимии, изучают вещественный состав лишь живых организмов.

2. Особенности геохимии биосферы

Если строго следовать смысловой нагрузке терминов, биосфера это одна из оболочек планеты, концентрически расположенных относительно центра Земли. Причина разделения косного (не живого) материала геосфер – дифференциация вещества по плотности. Как известно, плотность нашей планеты растет с глубиной за счет веса вышележащих толщ, при этом постепенное нарастание сменяется резкими скачками на определенных глубинах, что связывается с фазовыми (минеральными) переходами при сохранении или изменении валового химического состава.

Выделяются внешние и внутренние геосферы. Внешние оболочки легкие (атмосфера, гидросфера), они сложены не только наиболее легкими элементами, но еще и в легком фазовом состоянии (газы и жидкость), а внутренние — более тяжелыми элементами и преимущественно в твердой фазе. С глубиной постепенно возрастает вес вышележащих пород, возрастает давление и при достижении его критических значений в минералах происходят структурные перестройки с образованием новых минеральных фаз с более плотной упаковкой элементов. При этом валовой химический состав макроэлементов может и не меняться. Такие минеральные фазы с разной плотностью упаковки характерны, например, для кремнезема.

Принцип структурной организации биосферы несколько иной – не только на физико-механический, но и на биологический основе. Биосфера, строго говоря, не является обособленной сферической оболочкой как, например, атмосфера. Она возникла позже других и является наложенной – живые организмы наполняют нижнюю часть атмосферы, гидросферу и верхние слои литосферы.

Наука пока не может объяснить сути жизни и ее предназначение. На этот счет имеются самые разные представления и научные и религиозные. Её можно попытаться объяснить и с геохимических позиций М.И. Веллер

наш современник писатель и философ, анализируя все достижения науки в этой области, придерживается гипотезы энергоэволюционизма. Согласно ей, в основе эволюции биосферы лежит мотивация сохранения энергии, постепенно теряемой нашей планетой в виде тепла по мере затухания внутренних процессов (расход материнских радионуклидов при ядерном распаде, завершении плотностной дифференциации и т.д.). Структурные связи между элементами в кристалле в молекуле, живом организме это не что иное, как аккумулированная энергия. Процесс аккумуляции (формирования энергии-связи) начинается в ответ на остывание системы. Хороший пример – кристаллизация магматического расплава. Первыми кристаллизуются наиболее тугоплавкие компоненты. А при расплавлении происходит всё наоборот – в первую очередь выплавляется наиболее легкоплавкое вещество – эвтектика. Такое поведение физико-химических систем известно как принцип Ле Шателье, суть которого в том, что система организует процессы, противодействующие внешнему воздействию. Чем сложнее структурная организация системы, тем она более энергоемкая. Именно поэтому в основе жизни лежат сложные структурные сооружения, которые называются органическими молекулами, а они кооперируются в еще более сложные функциональные комплексы. Живые организмы на единицу массы имеют более всего внутренней энергии, по идее у человека она должна быть максимальной. Поэтому он и такой деятельный. Можно предположить, что необходимость биосферы и человека в том, чтобы обеспечить устойчивость системы более высокого порядка – планеты Земля. Это осуществляется с помощью замкнутых геохимических циклов, обеспечивающих сохранность вещества и энергии планеты (диссипируют в космос лишь самые легкие элементы водород и гелий, но их не жалко, в недрах их достаточно). Просто и красиво! Но насколько это соответствует действительности? Почему тогда другие планеты Солнечной системы не удостоились такой защиты? Опять приходим к тому, от чего ушли – к уникальности Земли? На это М. Веллер находит оригинальный ответ: в пределе Разум все более структурируя

энергию, остановит разбег Вселенной и снова превратит ее в сингулярную точку. Вот такое поистине вселенское предназначение человека. Дух захватывает от такой высокой оценки предназначения Человека! Но когда это еще будет, а пока у него есть более скучные дела – разгрести Авгиевы конюшни. Об этом еще древние греки предупреждали.

В высокой энергетике человека причина экологических проблем на Земле. Развиваясь как биологический вид, он энергетически становится уже избыточным, т. е. потребляет и расходует энергии на преобразование всего окружающего более необходимой ему просто для пропитания, в ущерб иным биологическим видам, которым не нужна одежда, обувь, автомобиль, самолет и т.д. Его потребности бесконечны и кажется, им нет предела. Они стимулируют его самоутверждение, но за счет ущемления жизненного пространства других видов, что приводит к исчезновению многих из них, при этом наиболее близких ему по уровню организации. Это приводит не только к снижению биоразнообразия, но и создает условия благоприятные для господства наиболее примитивных и устойчивых форм, и прежде всего вирусов. Экологи не без основания считают, что мы пилим сук, на котором так удобно сидим.

Все химические реакции в биосфере происходят или с участием живых организмов, или в среде, созданной их влиянием. Это качественное отличие процессов, происходящих в биосфере, от реакций, осуществляемых в лабораториях, а также от реакций, идущих в других оболочках Земли. Они отличаются чрезвычайно большой скоростью, невысказанной в неживой природе. Этому способствуют ферменты — особые виды белка, играющие роль катализаторов.

3. Геохимическая неоднородность биосферы

Однако биосфера – очень неоднородная система. Внешние факторы миграции элементов весьма существенно изменяются в ее пределах, как по

вертикали, так и по горизонтали. В одних местах происходит концентрация элементов, а в других их рассеяние. Для установления закономерностей распределения и миграции химических элементов в отдельных, отличающихся друг от друга участках биосферы, необходимо в первую очередь научиться проводить границы между такими участками. Это своеобразные «блоки» или «кирпичики», сохраняющие локальные особенности биосферы, проявляющие себя в различиях внешних факторов миграции химических элементов.

Опыт многочисленных исследований показал, что для такого изучения наиболее удобным является ландшафтное деление земной поверхности. Возникло понятие геохимических ландшафтов, как относительно обособленных участков с однотипными условиями миграции химических элементов.

Геохимические ландшафты по определению А.И. Перельмана, «(...такое же фундаментальное понятие естествознания, как "химический элемент", "живой организм", "почва", "минерал"».. Этим подчеркивается, что геохимический ландшафт это определенный уровень организации материи как структурированной системы. Необходимо отметить, что при этом отдельные геохимические ландшафты и составляющие их биокосные природные тела (почвы, коры выветривания, подземные и грунтовые воды) теснейшим образом связаны между собой в более сложной системе – биосфере. Геохимический ландшафт одновременно индивидуален и типичен. Например, каждый город неповторим и между тем все российские города похожи друг на друга. А города остальных стран, отличаясь от российских, все равно в чем то схожи с ними. Есть и обобщающий термин – урбанизированные территории, геохимия которых в целом однотипна.

4. Экология и геохимия

Условия существования организмов можно рассматривать со многих

позиций. Одним из важнейших показателей не только комфортности существования, но даже выживания является характеристика среды проживания животных или произрастания растений. Если мы начнем производить оценку среды с точки зрения химического состава и с учетом форм нахождения химических элементов, – это будет эколого-геохимическая оценка условий существования организмов. Ее проведение – одна из основных задач, стоящих перед экологической геохимией. Такую оценку можно проводить с позиций самого разного масштаба. В первую очередь необходимо установить самые общие геохимические условия возникновения живых организмов. Это будут первые геохимические реперы возможности жизни, подобной той, которая есть на Земле. – космической репер. Эта часть глобальной оценки геохимических параметров жизни на Земле только в настоящее время начинает приобретать практическое значение. По мере обживания космического пространства ее значение будет резко возрастать.

Оценка геохимических условий существования организмов проводится и в более приземленных масштабах, например, на уровне геохимических ландшафтов. При крупномасштабных исследованиях возникает необходимость выяснения геохимических условий существования организмов определенных видов или их сообществ. Однако следует подчеркнуть, что в случае устоявшихся природных систем (а это большинство биогенных ландшафтов) нельзя говорить об экологических условиях только для одних видов, не касаясь других. Слишком велика взаимосвязь между ними, и изменения условий существования одних из них сказываются на существовании других.

Таким образом, мы переходим к взаимосвязи между организмами. Она, как и условия существования организмов, также может оцениваться с разных сторон, вплоть до психологической и социологической. В экологической геохимии взаимосвязь между организмами рассматривается через миграцию химических элементов, находящихся в сложной биогенной

форме, через обмен веществ. Часто разделяют внутривидовую и межвидовую связи. Проследить их на геохимическом уровне можно, начиная от возникновения (рождения) организма и кончая его смертью и разложением.

Чрезвычайно большое внимание в экологической геохимии уделяется рассмотрению взаимосвязи между организмами и средой их обитания, включая отдельные циклы биологического круговорота элементов. Эти процессы рассматриваются на геохимическом уровне.

Важным разделом экологической геохимии является *биогеохимия*. В ней рассматривается взаимосвязи химического состава различных организмов и химических особенностей косных или биокосных систем, изменения химизма организмов, связанные с меняющимися условиями ОС.

Все изложенное показывает, что экологическая геохимия, являясь в первую очередь геохимией, формируется «на стыке» целого ряда наук. Их уровень развития во многом определяет развитие отдельных направлений этой новой и чрезвычайно важной для человечества науки.

5. Предпосылки и истории развития экологической геохимии

Само слово «экология» впервые было использовано немецким биологом Э. Геккелем еще в 1886 г. Основы экологии, были заложены немецким естествоиспытателем Александром Гумбольдтом. (1769-1859). Среди первых значительных работ по становлению теоретических основ экологии был и труд Элтона «Animal ecology» (1927). В этот период экология была фактически разделом биологии, изучающей разнообразие биологических видов, как функцию ландшафтов.

В двадцатом веке в связи с бурным развитием капитализма и промышленности экология приобретает несколько иной оттенок – охранительный. На западе еще в начале двадцатого века создаются Британское (1913) и Американское (1916) экологические общества. Начи-

нается выпуск специализированных журналов: «Journal of ecology»(1913), «Ecology» (1920), «Ecological monographs» (1931) и др. В нашей стране только в 1970 г. АН СССР начинает издавать научный журнал «Экология». Но затем также начинается бурное развитие экологии и смежных с ней направлений науки.

Одними из первых предпосылок формирования экологической геохимии были работы В.И. Вернадского по геохимии биосферы. Открытые им законы и созданное учение о геосферах Земли, об эволюции биосферы явились мощным стимулом к дальнейшим исследованиям в этой области. Как известно, любая наука или научное направление возникают и развиваются как своеобразный отклик на те или иные проблемы и запросы человека. Экологическая геология и экологическая геохимия формируются как отклик на нарастающий к концу XX века глобальный экологический кризис в литосфере, в связи с этим и в геологии все больше начали уделять внимание экологическим проблемам. Возникли такие научные направления как экогеохимия, занимающаяся, вопросами загрязнения литосферы и миграции в ней элементов с точки зрения их влияния на экосистемы, экологическая гидрогеология изучающая вопросы загрязнения подземных вод и др.), экологическая геофизика (экогеофизика, изучающая физические поля литосферы Земли с точки зрения их влияния на экосистемы) и др. В настоящее время все эти направления объединяются в одно— экологическую геологию.

Возникновение экологической геохимии стало возможным только благодаря успехам в развитии таких наук, как *геохимия ландшафта*, *биогеохимия*, *экологии*, а также работам по изучению *вторичных геохимических ореолов рассеяния месторождения полезных ископаемых*.

Чрезвычайно большое влияние на ее становление оказали работы наших талантливейших современников М.А. Глазовской, В.В. Добровольского, А.Н. Перельмана по изучению геохимии ландшафтов. Основные положения *геохимии ландшафта* были сформулированы еще в 40-50-х годах двадцатого

столетия в серии работ Б.Б. Полынова, а первое систематическое изложение геохимии ландшафта сделано А.И. Перельманом в 1955 г. «(Очерки геохимии ландшафта)». С 1951 г. преподавание новой науки началось на географическом факультете МГУ.

Для разработки методики геохимических исследований огромный вклад внесли советские геологи ученые и практики в период, начиная с 30-х гг и в последующем в связи с практикой поисков месторождений полезных ископаемых по вторичным литохимическим, гидрогеохимическим и биогеохимическим ореолам. С помощью геохимических методов открываются большое количество месторождений на необъятных просторах Сибири и Казахстана. Публикуется ряд научных монографий и учебников (А.А. Сауков, 1963; Н.И. Сафронов, 1971; А.П. Соловов, В.А. Алексеенко, 1973, 1974. Эти методы успешно используются и ныне для поисков погребенных месторождений, они же стали теоретической и методической основой и для эколого-геохимических исследований.

Литература:

1. Алексеенко В.А. «Экологическая геохимия» 2000г.
2. Бочаров В.Л., Бугреева М.Н. Экологическая геохимия: Учебное пособие. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2001. – 57 с.
3. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. 2000г