

Ильяш В.В. ВГУ кафедра экологической геологии.
Лекции: Химия окружающей среды

Лекция 1

Объекты и предмет изучения дисциплины «Химия ОС»

1.Литература:

Голдовская Л.Ф. Химия окружающей среды / Л.Ф. Голдовская. – М.: Мир,2005. -295с

Андрус Дж. Введение в химию окружающей среды/ Дж. Андрус. – М.: Мир,1999. – 271с

Беус А.А. Геохимия окружающей среды . 1976

Трофимов В.Т. Трансформация экологических функций литосферы в эпоху техногенеза 2009г

2. Объекты и предмет изучения

Дисциплина, которую вы будете изучать в этом семестре, называется «химия окружающей среды», Однако в списке рекомендуемой литературы, например, Беус Алексей Александрович назвал свой учебник геохимией ОС. Вопрос: почему одни авторы говорят о химии ОС, а другие о геохимии ОС. Насколько принципиально такое различие? Наверное более правильно говорить именно о геохимии окружающей среды, потому что с точки зрения экологии, нас интересуют не сами по себе свойства химических элементов, которые являются функцией строения их атомов, но меняющееся поведение химических элементов в геосферах в зависимости от свойств внешней среды.

Геохимия ОС, наращивает и углубляет ваши знания в цикле дисциплин о вещественном составе ОС. Что нового она даст вам? В общей геохимии рассматривались наиболее общие теоретические вопросы, касающиеся главным образом, строения, происхождения и истории атомов химических элементов. В курсе экологической геохимии рассматриваются общие законы миграции химических элементов в биосфере. Курс геохимия ОС, по сути, является продолжением экологической геохимии, но более детально

рассматривает геохимию каждой из оболочек планеты, влияющих на экологические условия.

Итак, перечислим **объекты изучения этой дисциплины:** 1) атмосфера с ее отдельными оболочками; 2) поверхностные воды и подземные воды (реки, озера, моря, мировой океан в целом); 3) литосфера; 4) педосфера; 5) биосфера.

Предмет изучения. В принципе эту дисциплину мы будем изучать с разных позиций. Первое – поведение наиболее важных с точки зрения экологии химических элементов и их соединений в отдельных геосферах. Второе – природный фон в различных ландшафтах Земли. Третье – природные и техногенные геохимические аномалии в различных геосферах, причины возникновения и экологические последствия.

3. Геохимия геосфер и экология

С точки зрения геохимии биосфера это геосистема первого порядка, которая развивается по законам открытых самоорганизующихся систем. Биосфера является открытой по отношению к космосу.

В отличие от абиотических систем, способных к самопроизвольным процессам лишь с возрастанием энтропии за счет упрощения структурных связей и рассеиванию энергии в виде тепловых потерь, живые организмы наоборот способны к самоорганизации с усложнением внутренней структуры обеспечивающей аккумуляции энергии внутри себя в этом и есть принципиальное отличие живого от неживого..

Биосфера в целом напоминает единый живой организм. Стабильность биосферы обеспечивается благодаря ряду протекающих в ней геохимических циклов, точно также как это имеет место в каждом отдельно взятом живом существе.

В.И. Вернадский – основоположник учения о геохимической роли живых организмов на поверхности нашей планеты – подчеркивал, 'что на

земной поверхности нет химической силы, более постоянно действующей, а потому более могущественной по своим конечным результатам, чем живые организмы, взятые в целом. Жизнь как структурная форма материи более энергоемка, чем структуры косной материи. К тому же она отличается особым свойством – экспансией по отношению к пространству как среде обитания.

Говоря об окружающей среде, обычно в ней выделяют четыре природные геохимические системы, являющиеся ее составными частями: 1) воздушную; 2) водную, 3) почвенную; 4) горных пород. Пятой можно считать техносферу, но она накладывается на природные системы и между ними устанавливаются прямые и обратные связи. Жизнь пронизывает, наполняет своими формами все эти системы. Окружающей средой для Земли в целом является Солнечная система, с которой и происходит обмен энергией и веществом.

Сам человек, являющийся наиболее сложным и заключительным звеном эволюции биосфера Земли, в течение миллионов лет практически не оказывал сколько-нибудь заметного влияния на окружающую среду. Сейчас же он вступил в ту стадию развития, когда, по сути, формирует на Земле новую геохимическую систему, которая согласно представлением Вернадского должна перерasti в ноосферу, т.е. в оболочку планеты, регулируемую полностью только разумом.

Пока же сейчас и в обозримом будущем антропогенез проявляется в интенсификации геохимических циклов планеты (т.е. в увеличении видов и масс элементов вовлекаемых в кругообороты внешних геосфер, в ускорении геохимических циклов, расширении видового состава элементов, вбрасывания в природные геосистемы чуждых вещественных форм).

Сам термин ноосфера в его первоначальном смысле для нынешнего состояния биосфера подходит мало. Назревание экологических проблем вызвано тем, что человечество, осознавая их опасность, не имеет реальных рычагов их разрешения, хотя бы потому, что раздираемо противоречиями

внутривидовой конкуренции, эгоистическими законами рыночной экономики. Называя себя существом разумным, он, тем не менее, продолжает жить по законам естественного отбора, убирая со своего пути конкурентов, как на межвидовом уровне, так и внутри собственного вида. Трансформируя биосферу за счет возделывания монокультур, он уничтожает видовое биоразнообразие, подрывая тем самым основы ее стабильности, вызывая деградацию и вырождение.

4. Особенности химического состава геосфер

Наша планета расслоилась со временем на оболочки разного химического состава. Современный химический состав Земли в целом и отдельных ее геосфер образовался благодаря длительной эволюции планеты под влиянием внутренних и внешних факторов в основном по плотности химических элементов и их соединений, но плотность не единственный фактор расслоения на те геосфераы, которые мы теперь имеем на Земле.

Из геохимии вы помните, что самые распространенные в космосе химические элементы, это те которые самые легкие и простые: водород и гелий. Вместе они дают 98% объема всего вещества Вселенной, остальное приходится на кремний, углерод, азот, кислород, железо и др. Расслоение других планет солнечной системы также имеет место, но эти оболочки иные по составу и строению, особенно различаются этим внешние оболочки, именуемые атмосферой. Дело в том при формировании планет за счет аккреции из первичного газо-пылевого облака по достижению определенной массы, наиболее легкие компоненты как свободный водород и гелий были в результате диссипации нашей планетой потеряны, чего не произошло у более массивных внешних планет Солнечной системы, способных удержать в своей атмосфере даже и самые легкие из элементов. Диссипация это результат взаимодействия трех сил: силы тяжести, силы Архимеда и силы кинетического движения молекул газа.

Диссипация атмосфер планет (от лат. *dissipatio* — рассеяние) (ускользание, улетучивание), это рассеивание газов атмосферы планет

вследствие улетучивания составляющих их газов в космическое пространство. Беспорядочное тепловое движение молекул газа приводит к тому, что часть из наиболее легких, находящаяся во внешних слоях атмосферы, приобретает скорость, лежащую выше критической скорости ускользания, при которой частица преодолевает силу тяжести и может уйти за пределы поля тяготения планеты. Таким образом, D . зависит от силы тяготения планеты т.е от ее массы, температуры экзосфера, определяющей кинетическую энергию молекул, и самой молекулярной массы частиц, от которой, согласно кинетической теории газов (См. [Кинетическая теория газов](#)), зависит их скорость. Каждой температуре соответствует средняя скорость движения молекул определённого вида, от которой имеются заметные отступления для части молекул (по закону Максвелла). Поэтому за астрономическое время устойчивой является атмосфера того состава, средняя скорость молекул в которой не превышает 0,2 критической. При средней тепловой скорости, равной 0,25 критической, атмосфера рассеивается за 50 000 лет, а при скорости в 0,33 критической — всего за несколько недель.

Соотношение между средними тепловыми скоростями молекул при 0°C (табл. 1) и критическими скоростями D . (табл. 2) можно видеть из сопоставления этих таблиц:

Таблица 1

Газ	Молекулярная масса	Средняя кинетическая скорость молекул при 0°C , км/с
Водород	2	1,84
Гелий	3	1,61
Пар водяной	18	0,62
Азот	28	0,49
Кислород	32	0,46
Углекислый газ	44	0,39

Поэтому-то и скорость диссипации у планет с разной массой различна (табл. 2).

Таблица 2

Планета	Скорость диссипации, км/с
Луна	2,4
Меркурий	3,8
Марс	5,1
Венера	10,4

Планета	Скорость диссипации, км/с
Земля	11,2
Сатурн	36,7
Юпитер	61,0

Поэтому Луна и Меркурий не могут иметь устойчивой атмосферы, на Марсе и Венере устойчива только углекислота, с Земли диссирируют только водород и гелий, а малые планеты и большая часть спутников совсем лишены атмосферы. Реальное состояние атмосфер планет зависит также от соотношения между внутренними процессами формирования и уничтожения атмосферы. Так современный химический состав атмосферы Земли обусловлен следующими факторами: 1) исходным составом протопланетного вещества; 2) диссипацией, 3) дегазацией (газовым дыханием) ее недр и 4) биохимическими процессами.

Современный химический состав твердого тела Земли т.е. ее внутренних оболочек обусловлен также плотностной дифференциацией исходного вещества, а земной коры, помимо этого и биохимическими процессами. Вернадский, был уверен, что вся гранитная оболочка Земли это ее былая биосфера. Геологи это подтверждают, а в отношении осадочной оболочки, это очевидно и не специалистам, в ее отложениях всегда обнаруживаются фоссилии, т. е. окаменелости фрагментов древних живых существ и продуктов их жизнедеятельности.