

Лекция № 4

Тема: Геохимические основы исследования ландшафтов

Цель: ландшафттарды геохимиялық зерттеу туралы түсінік қалыптастыру

1. Геохимические, автономные и подчиненные элементарные ландшафты.
2. Факторы миграции химических элементов в ландшафтах
3. Понятие «геохимический» ландшафт
4. Формы расположения элементов в земной коре
5. Типы и виды миграции химических элементов
6. Внешние факторы миграции.
7. Геохимические барьеры, их типы и классы
8. Геохимические аномалии и их виды.

Геохимическое исследование ландшафта представляет собой познание механизма взаимодействий между его компонентами и между его морфологическими составными частями, поскольку в основе этих взаимодействий лежит обмен вещества и энергии. Геохимические методы в значительной мере служат ключом к познанию структуры ландшафта в широком смысле слова.

При геохимическом изучении ландшафта решаются *две главные задачи. Первой* является исследование геохимического взаимодействия между компонентами ландшафта, т.е. круговорота элементов между растительным покровом, животным миром, почвой, материнскими породами, водами, атмосферой. Особенно важная роль в обмене веществ, а также в превращении энергии внутри ландшафта принадлежит биогенному круговороту.

Изучение биогенного круговорота и миграции химических элементов вообще в конкретных физико-географических условиях следует начинать с фаций (или элементарных ландшафтов). Изучение геохимического сопряжения фаций, которое непосредственно соприкасается с учением о морфологии ландшафта, составляет вторую и важнейшую задачу геохимии ландшафта. Миграция химических элементов, как отмечал А.И. Перельман, связывает природу водоразделов, склонов, террас, пойм и водоемов в одно целое – в единый ландшафт.

Факторы миграции химических элементов в ландшафтах

Миграционная способность (подвижность) химических элементов определяется их внутренними свойствами – строением электронной оболочки атомов. Но в зависимости от физико-географических условий ландшафта миграционная способность одного и того же элемента может изменяться в широких пределах. В одних ландшафтах наиболее подвижны Cl^- и Na^+ , в других – Ca^{2+} , в третьих Fe^{2+} и т.д.

Непосредственными факторами миграции химических элементов в географической оболочке являются ее компоненты. *Климат* определяет поступление энергии и влаги в ландшафт. Солнечная радиация, которая трансформируется организмами, является важнейшим источником энергии геохимических процессов. Температурные условия влияют на скорость химических реакций.

Геохимическое сопряжение, автономные и подчиненные элементарные ландшафты Фации, последовательно сменяющие друг друга по профилю рельефа, образуют закономерную геохимическую систему, или геохимическое сопряжение. Б.Б. Польнов различал в этой системе три основных члена – элювиальный, супераквальный и субаквальный элементарные ландшафты.

А.И. Перельман называет элювиальный элементарный ландшафт автономным, а два других – подчиненными. Геохимическое сопряжение – это «характерное для каждого геохимического ландшафта закономерное сочетание автономных и подчиненных элементарных ландшафтов».

Почти все процессы миграции происходят в *водных растворах*. Без влаги невозможно химическое выветривание. Характер геохимических процессов в большей степени зависит от форм нахождения природных вод в ландшафте, их физико-химических свойств и движения, которые, в свою очередь, определяются климатом, органическим миром, рельефом и другими компонентами ландшафта. Так, от щелочно-кислотных и окислительно-восстановительных условий природных вод зависит *растворимость минералов, соотношение процессов окисления и восстановления*. Например, в водах пустынь преобладают окислительные процессы, в тундровых и болотных водах – восстановительные.

Важную роль в миграции химических элементов играет наличие *восходящих и нисходящих движений растворов* в почве. Стоку – поверхностному и подземному – принадлежит определяющее значение в перераспределении химических элементов внутри ландшафта (между его морфологическими частями) и между различными ландшафтами, от него зависит скорость выноса элементов из ландшафтов.

Горные породы служат главным источником элементов, которые могут быть вовлечены в миграцию. Условия залегания горных пород косвенно – через воздействие на скорость и направление движения поверхностных и подземных вод – также оказывают влияние на интенсивность миграции. Недостаток или избыток подвижных, доступных для организмов форм многих химических элементов служит причиной, так называемых биогеохимических аномалий, которые выражаются в различных нарушениях функций живых организмов, в задержке их нормального развития.

К числу элементов, недостаток которых во многих ландшафтах вызывает подобного рода аномалии, относятся *O, N, H, Ca, Mg, K, Cu, Co, F, J, Mo, Zn, Mn*; к избыточным элементам в ряде случаев относятся *Cl, Na, S, Si, Fe, P* и др. Особенно важную роль в качестве геохимического фактора играют *организмы* – “живое вещество”, по В.И. Вернадскому. Эта роль заключается, во-первых, в том, что *организмы связывают солнечную энергию в процессе фотосинтеза, затем преобразуют ее в потенциальную и кинетическую энергию геохимических процессов*; во-вторых, *организмы вовлекают почти все химические элементы в биогенный круговорот, перераспределяют, сортируют и концентрируют их, изменяя состав и строение всех трех геосфер географической оболочки. Организмы синтезируют новые (органические) вещества из поглощаемых ими минеральных элементов и за счет солнечной энергии. Разрушение органического вещества сопровождается высвобождением энергии, затраченной на ее создание*.

Организмам принадлежит ведущая роль в *круговороте кислорода, углерода, азота, фосфора, серы, иода и других химических элементов*.

Характер и интенсивность геохимических процессов непосредственно зависят от *массы живого вещества, его ежегодной продуктивности, от экологических и биологических особенностей организмов, их способности к избирательному поглощению определенных химических элементов*. Каждому ландшафту отвечает определенный набор биоценозов, а последнему соответствует свой особый тип миграции химических элементов.

Например, в *лесных ландшафтах*, где производится наибольшая масса живого вещества, воды богаты органическим веществом, *круговорот отличается высокой интенсивностью, в него вовлекается наибольшее число химических элементов*. В *пустынных ландшафтах*, с их *низкой биологической продуктивностью*, биогенный круговорот ослаблен.

Рельеф также имеет важное геохимическое значение. Рельеф *направляет движение вод, интенсивность выноса химических элементов из ландшафта и их перераспределение внутри ландшафта*. От рельефа зависит *интенсивность дренажа*, а тем самым – и *окислительно-восстановительные условия*. Например, низменный плоский рельеф способствует *застою влаги*, что при избыточно влажном климате приводит к *недостатку*

свободного кислорода в водах и создает восстановительную среду. При расчлененном рельефе сток происходит быстро, воды богаты свободным кислородом, в них преобладают окислительные процессы. Таким образом, особенности миграции химических элементов в разных частях географической оболочки определяются совокупностью всех компонентов ландшафта, т.е. ландшафтом в целом.

Поэтому можно сказать, что так называемый геохимический ландшафт – это тот же географический ландшафт, но рассматриваемый под углом зрения анализа миграции химических элементов и соединений.

Формы нахождения элементов в Земной коре. Типы и виды миграции химических элементов. Физика ландшафтов

Формы нахождения элементов в земной коре

Элементы в земной коре образуют системы относительно устойчивых химических равновесий. Группы таких систем получили название форм нахождения элементов. Существует девять важнейших форм нахождения элементов в земной коре.

1. *Самостоятельные минеральные воды* – это важнейшая для литосферы форма существования химических элементов. Элементы, находясь в этой форме, мигрируют совместно в постоянном соотношении между собой.

2. *Изоморфные смеси* в минералах представляют собой закономерное замещение аналогичных элементов друг другом в кристаллических решетках. Элементы, образующие изоморфные примеси, мигрируют только совместно с минералом-хозяином.

3. *Биогенная форма* включает в себя нахождение элементов в животных и растительных организмах. В живых организмах выявлены почти все известные элементы.

4. *Водные растворы* составляют отдельную оболочку Земли, называемую *гидросферой*. Основная часть элементов в связи с процессами диссоциации в растворах представлена анионами и катионами.

5. *Газовые смеси* составляют верхнюю оболочку Земли – *атмосферу*. Значительное количество газов находится в пустотах и полостях осадочных и магматических пород, почв в сорбированном состоянии, в виде включений в минералах.

Постоянными компонентами атмосферного воздуха являются N_2 , O_2 , CO_2 , Ar, Ne, Kr, Xe, He, CH_4 , H_2O . Подавляющее большинство газов находится в виде молекул, однако в верхних слоях атмосферы встречаются атомы и ионы.

6. *Коллоидная и сорбированная формы* довольно широко распространены в верхних оболочках Земли. Коллоиды широко распространены в океанических и континентальных водах, атмосфере и на суше. Из-за высокой степени дисперсности и большой суммарной поверхности коллоидные системы обладают повышенным запасом свободной поверхностной энергии.

7. *Техногенные соединения, не имеющие природных аналогов*. Эта форма нахождения элементов включает различные искусственные полимеры, сплавы металлов, пестициды, гербициды и т.д.

8. *Магматические расплавы* – это сложные, изменчивые, насыщенные газами системы. Роль магматических расплавов в распределении и перераспределении в земной коре очень велика.

Типы и виды миграции химических элементов

Первый тип миграции представляет изменение формы нахождения элементов без их значительного перемещения, например, переход элемента из минеральной формы в водные растворы.

Второй тип миграции представляет собой перемещение элемента без изменения формы его нахождения. Пример – перемещение обломков минералов в поверхностных водах.

Третий тип миграции объединяет два предыдущих и состоит в перемещении элементов с изменением форм их нахождения, например, перемещение элементов в подземных водах, растворяющих минералы на месторождениях.

А.И. Перельман выделил четыре основных вида миграции химических элементов: механическую, физико-химическую, биогенную, техногенную, связанную с социальными процессами.

Внешние факторы миграции

Внешние факторы миграции обуславливаются средой, окружающей атом.

Температура. С повышением температуры увеличивается миграционная способность элементов, находящихся в расплавах и растворах, повышается скорость течения химических реакций и взаимная растворимость элементов при изоморфных замещениях.

Давление. Оказывает значительное влияние на миграцию элементов в расплавах, растворах и газовых смесях. С изменением давления может происходить изменение фазового состояния вещества без изменения температуры; возможно изменение скорости и даже направления химических реакций.

Степень электролитической диссоциации. Степенью ионизации во многом определяется последовательность выпадения веществ в осадок (элементы, находящиеся в ионной форме, быстрее переходят в твердую фазу).

Концентрация водородных ионов. Этот фактор характеризует кислотность (щелочность) среды и во многих случаях контролирует осаждение из растворов химических соединений и коагуляцию коллоидов. Изменение щелочности среды влияет на поступление элементов в растения. Изменение концентрации водородных ионов влияет на подвижность многих металлов.

Геохимические барьеры

Важнейшим фактором дифференциации веществ в ландшафтах являются геохимические барьеры, представления о которых являются одним из основополагающих принципов изучения миграции и концентрации химических элементов в ландшафтах.

Термин “*геохимические барьеры*” был предложен А.И. Перельманом в 1961 году. В пределах большинства барьеров происходит довольно резкое изменение типа миграции химических элементов, а затем – связанное с ним изменение интенсивности миграции и осаждение (концентрация) определенных химических элементов или их соединений.

По условиям образования геохимические барьеры разделяются на два основных типа: *природные и техногенные*. И те, и другие располагаются на участках изменения факторов миграции. В первом случае смена одной геохимической обстановки другой обуславливается природными особенностями конкретного участка биосферы. Во втором – такая смена происходит в результате антропогенной деятельности. Оба типа геохимических барьеров разделяются на четыре основных класса: физико-химические, механические, биогеохимические и техногенные.

Физико-химические барьеры связаны с изменением физико-химической обстановки. *Механические барьеры* представляют собой участки резкого уменьшения интенсивности механической миграции.

Биогеохимические барьеры связаны в основном с первым типом миграции химических элементов, а не со сменой типа миграции. По своей сути они представляют собой накопление химических элементов растительными и животными организмами.

Геохимические аномалии

Геохимические аномалии являются отклонением от нормы, свойственной данному участку биосферы. Геохимической аномалией могут быть значительно *повышенные* (положительные) или *пониженные* (отрицательные), по сравнению с фоном, содержания элементов. Сами элементы при этом могут находиться в *минеральной, биогенной или изоморфной формах, а также в виде растворов и газовых смесей*.

Все геохимические аномалии биосферы можно разделить на две большие группы: *природные и техногенные*. Природными геохимическими аномалиями являются все *месторождения, рудопоявления, расположенные около них первичные и вторичные ореолы, зоны повышенной концентрации элементов на геохимических барьерах, а также*

многочисленные зоны выноса и пониженной концентрации элементов. Возникновение техногенных аномалий – результат деятельности людей.

Некоторые задачи и методы физики ландшафта

Физика ландшафта – это учение о физическом взаимодействии компонентов ландшафта, точнее – учение о взаимодействии компонентов ландшафта, которые анализируются методами современной физики. В анализ входит и человек, но рассматриваемый исключительно как геофизический фактор.

Физика ландшафта отличается от геофизики Земли и атмосферы тем, что она *изучает только ландшафтную сферу, но в пределах ее не только мертвую природу, но и физические процессы в живой природе и рассматривает не общие физические закономерности, но их специфику для каждого полного или неполного природного комплекса любого ранга.*

Методы физики ландшафта делятся на: 1) сбор фактического материала; 2) систематизации, т.е. приведения к виду, удобному для пользования; 3) научного обобщения.

Вопросы, которые исследует геофизика ландшафта.

1. Радиационный теплообмен, протекающий на земной поверхности.
2. Турбулентный тепло- и влагообмен земной поверхности с атмосферой.
3. Формирование поверхностного стока.
4. Процессы движения воды в почве.
5. Процессы тепло- и влагообмена между различными географическими областями.
6. Закономерности формирования и динамики снежного покрова.
7. Закономерности формирования и динамики ледников суши.
8. Формирование и динамика поверхностных водоемов.
9. Формирование и динамика сезонной и многолетней мерзлоты.
10. Формирование и динамика почвенных и грунтовых вод.
11. Процессы эрозии.
12. Роль водно-теплового режима земной поверхности в формировании климатов земного шара.
13. Роль водно-теплового режима земной поверхности в развитии органической природы и в формировании природной зональности, а также других форм географической дифференциации природной среды.

Жизнь ландшафтнoй сферы протекает в непрерывном движении, изменении, переносе и превращении вещества и энергии. Понять и оценить все эти многоплановые течения помогает метод балансов. Этот метод позволяет оценивать количество различных форм вещества и энергии, поступающих в ландшафт и выходящих из него, проследить динамику суточных и годовых циклов, анализировать распределение потоков вещества и энергии по разным каналам в зависимости от типа ландшафта, вскрывать тенденцию вековых изменений.

Наиболее разработаны методы составления трех взаимосвязанных балансов: радиационного, теплового и водного. Наименее разработан баланс биомассы, т.к. измеряемые параметры очень сложны и множественны.

Составление баланса на каждый природный комплекс необходимо для его полного понимания. Например, мы изучаем изменение снежного покрова на некотором участке за определенный период. Мы не можем их проследить, не определив количественно все процессы, на которые он распадается. На участке могут наблюдаться снегопады, дожди с последующим замерзанием воды, конденсация паров на поверхности и в порах снега, таяние и испарение снега. Составив баланс этих процессов, мы узнаем, во-первых, его направление, что же происходит, в конечном счете – накопление или убыль снега; во-вторых, структуру процесса, в результате чего произошло изменение; в-третьих, соотношение между частями, что влияет сильнее и что слабее. Наше представление станет еще более полным, если мы составим второй баланс – тепловой энергии, обуславливающей таяние, испарение и конденсацию.

Вопросы:

1. Что изучает геохимия ландшафта?
2. Чем определяется миграционная способность химических элементов?
3. Как влияют на миграционную способность химических элементов условия конкретного ландшафта?
4. Назовите факторы миграции химических элементов в ландшафте.
5. Охарактеризуйте формы нахождения элементов в земной коре.
6. Назовите типы и виды миграции химических элементов.
7. Каковы внешние и внутренние факторы миграции химических элементов?
8. Дайте понятие геохимических барьеров, геохимических аномалий.
9. Что изучает физика ландшафта?
10. Какие методы изучения физики ландшафта вы знаете?
11. Охарактеризуйте метод балансов при изучении физики ландшафтов.

Литература:

1. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия: Учебник /В.А. Алексеенко. – М.: Логос, 2000. – 627 с.
2. Ганжара Н.Ф. Ландшафтоведение: Учебник. /Н.Ф. Ганжара, Б.А. Борисов, Р.Ф. Байбеков. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2010. – 248 с.
5. Карпенко, Л.В. Ландшафтоведение /Л.В. Карпенко, В.Д. Карпенко, М.Л. Махлаев. – Красноярск, 2007. – 104 с.
6. Перельман А.И. Геохимия ландшафтов /А.И. Перельман. – М.: Недра, 1975. – 341 с.
7. Покатилов Ю.Г. Биогеохимия биосферы и медико-биологические проблемы /Ю.Г. Покатилов. – Новосибирск: Наука, 1993. – 168 с.