

# Тема № 7: Понятие об эколого-геохимических изменениях

## Вопросы:

1. Общие положения
2. Масштаб проявления изменений в биосфере
3. Законы поведения химических элементов в ландшафтах и развития эколого-геохимических изменений
4. Связь между эколого-геохимическими изменениями в пределах одного геохимического ландшафта
5. Влияние на эколого-геохимическую обстановку замены одних ландшафтов другими
6. Ландшафтно-геохимические условия и соотношение концентраций химических элементов в организмах

## Общие Положения

Сфера жизни претерпевает все изменения, связанные с эволюцией планеты, но в тоже время развивается как бы параллельно и самостоятельно.

Её постоянное развитие определяет основную часть природных эволюционных эколого-геохимических изменений, происходящих в пределах биосферы.

Часть изменений происходит под воздействием космических причин, например из-за космических катастроф, примером которых может быть падение гигантских метеоритов.

Следует учесть, что в биосфере происходит множество изменений, но **эколого-геохимическим** относится лишь их крайне незначительная (по сравнению с общим количеством) часть.

**Эколого-геохимические** изменения - это такие геохимические изменения в биосфере, которые оказывают воздействие на живое вещество или на отдельные организмы в основном в результате:

- 1)меняющегося содержания элементов (распространенности);
- 2) изменения их распределения (разброса);
- 3) изменения соотношения между основными формами нахождения химических элементов, появления их новых форм.

Природные эколого-геохимические изменения происходят относительно медленно, эволюционно, но есть и происходящие быстро, революционно. Революционные эколого-геохимические изменения обычно вызывают катастрофические изменения в живом мире (лесные пожары, извержения вулканов, падения крупных метеоритов).

# Масштаб проявления изменений в биосфере

Глобальные

Региональные

Локальные (большая часть)

охватывают всю биосферу  
формирования осадочных пород  
за счет магматических с участием  
живого вещества планеты

> S

отдельные участки ( $S = 100 \text{ км}^2$ )

1) Техногенные

2) Техногенные

3) Природные

1) интенсивное накопление металлов в почвах промышленных регионов → повышение местного фонового содержания какого-либо химического элемента (нескольких элементов или их соединений) на довольно больших площадях

2) утечка загрязняющих веществ из отстойников приводит к гибели живого окружения

3) сход снежных лавин и селевых потоков, наводнения на небольших речках, часть землетрясений и смерчей, цунами **революционные**

# Глобальные техногенные изменения эколого-геохимической обстановки

1) **Металлизация** (общую металлизацию биосферы следует отличать от регионального накопления металлов в промышленных регионах) и, в частности, так называемое свинцовое загрязнение.

Локальные повышенные концентрации Pb (влияние автомобильного транспорта, химической и металлургической промышленности) → приобрело влияние на всю биосферу. В Антарктиде, в слоях льда, соответствующих концу 30-х годов 20 века, отмечается повышенная концентрация Pb.

2) Всеобщее загрязнение биосферы ДДТ (инсектицид, использовался во всех странах мира). Однако вредители привыкли к его отравляющему воздействию гораздо быстрее, чем человек. Прошли десятилетия после запрета на использование, но ДДТ обнаруживается практически повсеместно - в различных растительных и животных организмах, даже в печени пингвинов, яйцах кур, молоке женщин.

Иногда изменения могут охватывать очень малые участки биосферы – **точечные** эколого-геохимические изменения. Например, выбросы в атмосферу фреонов, фторпроизводных предельных углеводородов, в молекуле которых одновременно содержатся фтор и хлор, в местах техногенного поступления в атмосферу фреонов состав атмосферных газов изменяется довольно незначительно - это связано с небольшими поступлениями газа в каждой точке выброса и бытовой пассивностью этих веществ. Однако попадая в верхние слои атмосферы, молекулы фреонов под воздействием жесткого УФЛ начинают разлагаться с образованием хлора. В свою очередь, хлор способствует фотохимическому разложению озона:

$O_3 + Cl \rightarrow ClO + O_2$ ;  $ClO + O \rightarrow Cl + O_2$  - атом хлора в таких условиях может вновь и вновь разрушать озон.

Считается, что один атом хлора способен разрушить десятки тысяч молекул озона → гибель жизни на Земле

Для оценки состояния окружающей среды и происходящих в ней природных и антропогенных изменений все важнейшие эколого-геохимические изменения объединены в четыре основных вида → можно оценить качественно и количественно:

- 1) изменения концентрации химических элементов (их соединений) в пределах отдельных частей биосферы;
- 2) изменения формы нахождения химических элементов (и даже видов соединений элементов при одной и той же форме их нахождения) в пределах отдельных частей биосферы;
- 3) появление на отдельных участках в больших количествах техногенных соединений, практически не имеющих природных аналогов или нехарактерных для данных природных условий;
- 4) механическое перемещение значительных масс химических элементов (они могут находиться в различных формах и образовывать различные виды соединений) без существенного изменения формы нахождения составляющих их химических элементов

## Выводы:

1. В биосфере постоянно происходят различные эколого-геохимические изменения. Скорость их проявления может быть довольно медленной, эволюционной, а может быть и катастрофически быстрой, революционной (может приводить к мутациям и гибели отдельных видов)
2. По масштабу проявления все изменения условно делят на точечные, локальные, региональные и биосферные (планетарные).
3. Техногенные эколого-геохимические изменения последних десятилетий по своему воздействию на живые организмы и по масштабу проявления стали сопоставимы с природными изменениями.
4. Техногенез часто способствует возрастанию скорости эколого-геохимических изменений, приближая ее к катастрофической.
5. Суммарный эффект отдельных эколого-геохимических изменений, охватывающих небольшие части биосферы (и даже точечных изменений), может повлиять на эколого-геохимическую обстановку в крупных регионах и даже в биосфере в целом. Это необходимо учитывать при планировании развития техногенеза.



# **Законы поведения химических элементов в ландшафтах и развития эколого-геохимических изменений**

Между отдельными частями геохимического ландшафта и между самими ландшафтами существуют закономерные связи, следовательно, эколого-геохимические изменения, происходящие в ландшафтах и их сообществах закономерны.

## **Ряд требований необходимый для установления закономерностей эколого-геохимических изменений:**

1. Исследования, дающие необходимую информацию об эколого-геохимических изменениях, должны быть комплексными;
2. Такие исследования должны проводиться не только в отдельных геохимических ландшафтах, но и в их совокупностях, представляющих собой крупные планетарные (биосферные) структуры. Лишь в данном случае выявленные закономерности развития эколого-геохимических изменений будут представлять собой законы, а не иметь характер частных положений;
3. Исследуемая биосферная структура должна состоять из различных природных и техногенных ландшафтов, испытывающих разнообразную (по величине и форме воздействия) антропогенную нагрузку;
4. Установленные законы должны найти полное подтверждение на других участках биосферы, в других структурах, удаленных от основного района исследования и находящихся в отличающихся климатических условиях.

Установлено, что поведение элементов зависит от ландшафтно-геохимических факторов миграции и концентрации как в пределах ландшафтов, так и групп ландшафтов, объединяемых по какому-то определенному признаку. Это позволило В.А. Алексеенко сформулировать закон:

**геохимическое поведение химических элементов (их соединений) в биосфере (содержание, распределение, а часто и форма нахождения в отдельных частях ландшафта) определяется в основном ландшафтно-геохимическими особенностями данного участка биосферы.**

## **два следствия из этого закона:**

1. Фоновое содержание химических элементов в одном ландшафте может превосходить аномальное содержание этих же элементов в других, даже соседних ландшафтах.

Следствие это необходимо помнить при установлении границ загрязненных территорий.

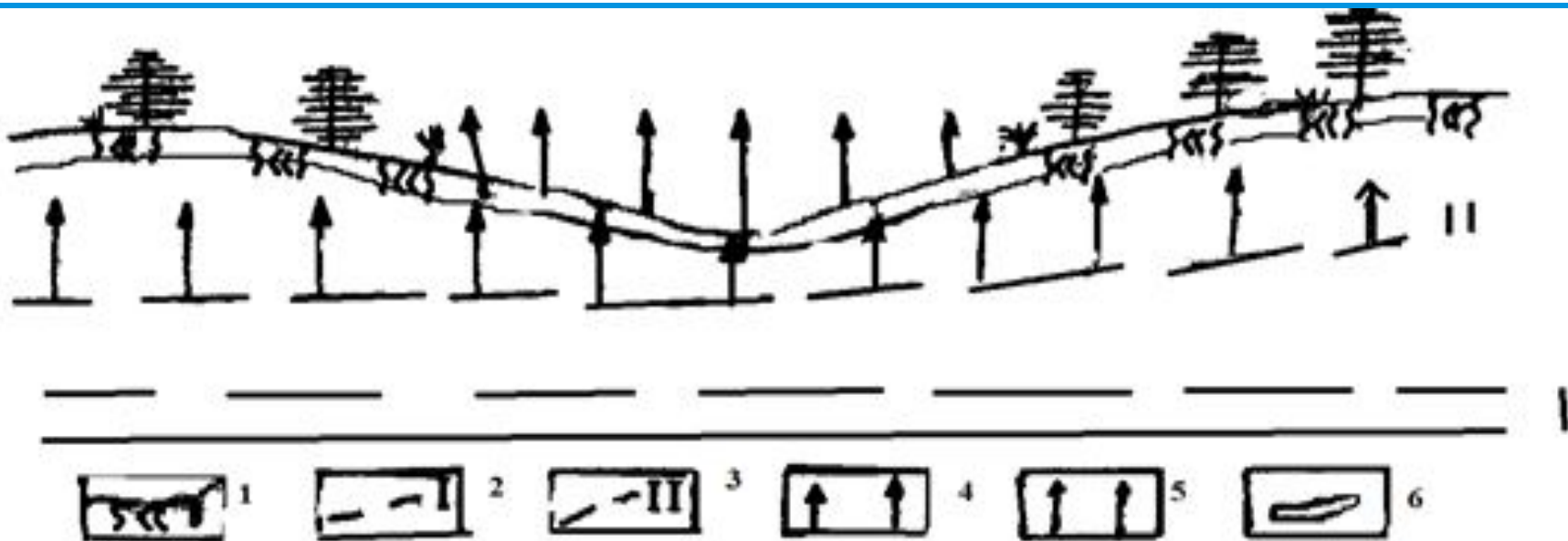
2. Поведение веществ, поступающих в результате антропогенной деятельности в биосферу, определяется в основном ландшафтно-геохимическими особенностями участка биосферы, в который они попадают.

Следствие это необходимо учитывать при проектировании развития и промышленности, и сельского хозяйства.

## **Связь между эколого-геохимическими изменениями в пределах одного геохимического ландшафта**

Различные части одного и того же геохимического ландшафта тесно связаны между собой → изменения, первоначально охватывающие только одну часть ландшафта (один ярус), постепенно сказываются во всех его частях (ярусах). Анализ этого явления при различной антропогенной нагрузке и при ее практическом отсутствии в различных климатических зонах, в аквальных ландшафтах и в ландшафтах суши позволил Алексеенко В.А. сформулировать следующий закон:

**изменения, происшедшие в определенной части (ярусе) геохимического ландшафта, скажутся практически во всех частях этого ландшафта за счет связей между ними.**



**Рисунок 19. Формирование испарительного геохимического барьера  
в результате подъема уровня грунтовых вод:**

- 1 - почвы;
- 2 - первоначальный уровень грунтовых вод;
- 3 - уровень грунтовых вод, при котором началось засоление;
- 4 - высота капиллярного подъема вод;
- 5 - атмосферное испарение воды с поверхности;
- 6 - зона испарительного геохимического барьера

## ПОСЛЕДСТВИЯ:

Смена подвижных и наиболее распространенных в этом горизонте ионов (**типоморфных ионов**), в большинстве случаев  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{HCO}_3^-$  на  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  и  $\text{SO}_4^{2-}$ .

Накопление ряда металлов, чаще всего Pb, Zn, Cr, V, Cu, Ni, находящихся в водах в очень малой концентрации и сосредоточенных в верхнем почвенном горизонте при испарении.

Изменение биомасса растений и содержание в них целого ряда элементов.

Смена растительных сообществ.

При смене растительных сообществ изменяются количество и состав паров воды и элементов, попадающих в приземную атмосферу за счет транспирации.

При высокой степени засоления частицы солей могут попадать в воздух и непосредственно из почв.

## **Вывод :**

Изменение количества воды в общей массе грунтовых вод геохимического ландшафта привело к эколого-геохимическим изменениям в этом же ландшафте в ярусах почв, растительности и приземной атмосфере.

И данный процесс не зависит от того, за счет каких процессов (природных или антропогенных) произошло первое изменение — исходное поднятие грунтовых вод.



**Три основных следствия → учитывать при планировании в конкретных регионах разумного развития хозяйства, безопасного развития жизнедеятельности и устойчивого развития:**

1. Нельзя техногенным путем произвести изменение только в одной части (ярусе) геохимического ландшафта → надо иметь в виду при планировании, даже незначительных изменений в ОС, например, при замене растительных сообществ. Кроме того, ежегодная смена растительности (как и полное перепахивание пашен) при севооборотах вносит нестабильность в ландшафт.
2. Последствия многих антропогенных изменений, недавно происшедших только в одной части геохимического ландшафта, еще могли не сказаться в его остальных частях → необходимо постоянно прогнозировать в уже освоенных районах при проведении мероприятий по защите ОС. Последствия не всегда должны быть отрицательными → необходим ландшафтно-геохимический мониторинг → обеспечение условий для безопасной жизнедеятельности.

### 3 следствие:

3. Изменения ландшафтно-геохимической обстановки, вызванные выветриванием месторождений полезных ископаемых, как правило, начались достаточно давно и уже сказались во всех частях ландшафтов → при поисках выветривающихся уже длительное время месторождений (а их подавляющее большинство) можно использовать и геоботанический, и любой из геохимических методов поисков.

# Влияние на эколого-геохимическую обстановку замены одних ландшафтов другими

Анализ эколого-геохимических изменений, проявляющихся в ландшафтах после того, как соседние ландшафты под воздействием различных факторов исчезли и на их месте возникли новые, привел к открытию следующего закона (для ландшафтов и суши, и воды, аквальные - супераквальные):

**коренные изменения ландшафтно-геохимической обстановки (смена одного ландшафта другим) сказываются в соседних ландшафтах при отсутствии непосредственного воздействия на них, за счет связей между ландшафтами**

Степень изменений в соседних ландшафтах может быть довольно различной:

- вторичная смена соседнего геохимического ландшафта другим, без непосредственного воздействия на него первичных факторов.

Однако, если коренные первичные изменения происходят революционно - смена одних ландшафтов другими, то изменения в соседних ландшафтах происходят эволюционно. Хотя с точки зрения, учитывающей время развития земной коры или биосферы, и эти изменения следует относить к революционным, чрезвычайно быстрым.

Причиной первичных изменений могут быть природные катаклизмы (пожар, селевой поток и т. д.) и интенсивные антропогенные процессы (строительство водохранилищ, распахивание степей и т. д.).

Рассмотрим изменения в паре ландшафтов супераквальный – аквальный: смена лесных ландшафтов степными или сельскохозяйственными → усиленный снос почв и удобрений в эти водоемы → их обмеление, усиленный прогрев вод и очень быстрый рост водорослей (эвтрофикация) → появление новых водных ландшафтов (могут отличаться продуктивностью, окислительно-восстановительной обстановкой, изменением геоморфологической обстановки)

- изменение хода миграции химических элементов и особенности их биологического круговорота

## Основные следствия рассматриваемого закона:

1. Нельзя заменить один геохимический ландшафт или их группу другими, не вызвав изменений в ландшафтно-геохимической обстановке соседних ландшафтов, даже без непосредственного воздействия на них.
2. Революционные (катастрофические) воздействия на отдельные участки биосферы постепенно вызывают эволюционные изменения в соседних участках.

Закон и вытекающие из него следствия должны учитываться при осуществлении существенной перестройки ландшафтно-геохимической обстановки, т.к. последствия (и в первую очередь отрицательные) могут сказываться и через несколько десятилетий.

## **Ландшафтно-геохимические условия и соотношение концентраций химических элементов в организмах**

Развитие жизни происходило на Земле в условиях разбросов химических элементов.

Развитие определенных видов животных и растительных организмов в отдельных районах биосферы, ограничено разбросом содержаний химических элементов уже гораздо меньшим, соответствующим этому участку биосферы; на развитие оказывают влияние и формы нахождения этих химических элементов, определяющие их доступность для организмов в среде обитания.

В сумме геохимические факторы среды обитания (питания) организмов привели,

- 1) к определенной концентрации элементов в каждом конкретном виде
- 2) к определенному соотношению элементов в каждом из этих видов


В 30-е годы XX в. англ. исслед. Х. Каррером было установлено, что очень высокие концентрации в почвах Se передаются сначала растениям, произрастающим в этих районах, а затем съедающим их животным, вызывая у них специфические болезни, вплоть до смертельных исходов. Для лечения можно использовать серу. Ее повышенная концентрация как бы нейтрализовала селеновое отравление при неизменной концентрации самого селена → важность для организмов в определенных ландшафтно-геохимических условиях соотношения концентраций химических элементов: Se/S, Ca/Sr, Ba/Sr и другими.

Исследование подтверждало важность изменения соотношения между элементами в организмах с изменением ландшафтно-геохимических условий

**В.А. Алексеенко сделал следующий вывод:  
резкое изменение ландшафтно-геохимических условий существования живых организмов обычно приводит к изменению соотношения концентраций ряда химических элементов в этих организмах, часто сопровождается болезнями.**

При поисках биогеохимическими методами полиметаллических месторождений и участков загрязнения Рb их можно обнаружить по резко уменьшающемуся отношению содержания Mo/Rb в растениях. По изменениям в ряде растений соотношения Mo/Rb выявить зоны с повышенным содержанием Рb легче, чем по изменениям содержания в этих же растениях самого Рb.





***Спасибо за внимание!***  
***Вопросы?***