

# **Основы учения о биосфере. Ноосфера. Техногенез**

# Вопросы:

1. Основные задачи биогеохимии как науки
2. Живое вещество и биосфера
3. Некоторые особенности миграции элементов в биосфере. Ноосфера
4. Отличительные признаки ноосферы. Техногенез

# 1. Биогеохимия как наука

**Биогеохимия** изучает взаимодействие живой и неживой природы в масштабе ландшафта, географической (биогеохимической) провинции, страны, континента, суши и всей биосферы Земли.

Земля состоит из ядра и обволакивающих его и друг друга отдельных оболочек, отличающихся по геофизическим и геохимическим свойствам.

К внешним оболочкам Земли относится земная кора, состоящая из нескольких сфер - **геосфер**.

**Геосферы** можно классифицировать по разным признакам.

В.И. Вернадский выделял:

**6 термодинамических оболочек**, определяемых – температурой и давлением;

**8 фазовых оболочек**, характеризующихся фазовым состоянием веществ, т.е. твердым, жидким, газообразным, стекловидным и др.;

**10 химических оболочек**, различающихся химическим составом.

**Живое вещество** - одна из независимых переменных энергетического поля планеты.

**В. И. Вернадский считал, что в живом веществе основную роль играют не только состав и форма, но и симметрия атомов и молекул. → парагенетический (греч. *paragenesis* – закономерность в соотношении элементов) признак.**

**Он выделил 5 парагенетических оболочек.**

**Строение биосферы является результатом взаимодействия космических излучений и энергии планеты → В.И. Вернадский выделил вокруг Земли еще 5 лучистых оболочек.**

# Классификация земных оболочек – геосфер, построенная В.И. Вернадским, 1926 г.

Оболочка	Характеристика
1	2
Термодинамические	<ol style="list-style-type: none"><li>1. <b>Верхняя.</b> Ничтожное давление, низкая температура – выше 600 км от поверхности Земли.</li><li>2. <b>Поверхностная.</b> Давление около 1 атм. Температура от +50 °С до -50 °С.</li><li>3. <b>Верхняя метаморфическая.</b> Температура ниже критической для воды. Давление не нарушает свойств твердых тел.</li><li>4. <b>Нижняя метаморфическая.</b> Температура выше критической для воды. Давление делает вещество пластичным.</li><li>5. <b>Магмосфера.</b> Граница земной коры. Температура ниже критической для всех тел.</li><li>6. <b>Барисфера.</b> Температура критическая для всех тел (?).</li></ol>

Фазовые

1. **Высокая стратосфера.** Разреженные газы, ионы, электроны; выше 100 км от поверхности Земли.
2. **Стратосфера.** Разреженные газы, выше 15 км от поверхности.
3. **Тропосфера.** Обычный газ, 0-10-15 км от поверхности.
4. **Гидросфера.** Жидкая вода, 0-4 км ниже поверхности.
5. **Литосфера.** Кристаллическое твердое вещество.
6. **Стекловидная литосфера.** Пластическое стекло, пронизанное газами. Высокие температура и давление.
7. **Магматическая.** Вязкая жидкость с газами в горячей твердой среде (?).
8. **Закритический газ (?).** Газ под большим давлением (?).

Химические

1. **Водородная (?)**. Выше 200 км от поверхности Земли.
2. **Гелиевая (?)**. 110-200 км от поверхности Земли.
3. **Азотная (?)**. Больше 70 км от поверхности Земли.
4. **Азотно-кислородная атмосфера**. 0-70 км от поверхности Земли.
5. **Гидросфера**. 0-4 км ниже поверхности Земли.
6. **Кора выветривания**. Свободный  $O_2$ ,  $H_2O$ ,  $CO_2$ .
7. **Стратисфера**. Измененная древняя кора выветривания. До 5 км ниже поверхности Земли.
8. **Гранитная**. Пара- и ортограниты.
9. **Базальтовая**. Ниже 5 км от поверхности.
10. **Кремне-железная (?)**. Ядро Земли (?).



Парагенетические

1. **Атомная.** Свободные атомы устойчивы.
2. **Газовая.** Молекулы и атомы газов (?).
3. **Биосфера.** Область жизни коллоидов.
4. **Молекулы и кристаллы.** Химические соединения.
5. **Магматическая.** Отсутствие твердых соединений, много газов.

Лучистые

1. **Электронная.** Свободные электроны.
2. **Ультрафиолетовая.** Коротковолновые излучения, проникающие космические лучи. Газообразные продукты радиоактивного распада.
3. **Световая.** Световые и тепловые излучения. Инертные продукты радиоактивного распада.
4. **Тепловая и радиоактивная.** Радиоактивные излучения.
5. **Тепловая.** Радиоактивные процессы отсутствуют.

Одной из задач геохимии относится изучение **формы нахождения химических элементов.**

По В.И. Вернадскому (1921), это **относительно устойчивые и большие системы химических равновесий элементов.**

Химические элементы осуществляют непрерывный переход из одной формы нахождения в другую, т.е. мигрируют.

Так при незначительном перемещении происходит **первый тип миграции** химических элементов - **изменяется в основном их форма нахождения**, например из почвы в растение;

при существенном перемещении – **третий тип миграции**, **перемещении элементов с изменением форм их нахождения**, например в поверхностных водах металлы могут находиться в растворенном, коллоидном и в минеральном состоянии.

В верхних частях земной коры непрерывно происходят эколого-геохимические изменения и **химические элементы** могут **находиться** в многочисленных формах, чаще всего в **8**:

- 1 - состояние рассеяния;
- 2 - самостоятельные минеральные виды;
- 3 - изоморфные примеси;
- 4 - водные растворы;
- 5 - газовые смеси;
- 6 - коллоидную и сорбированную формы;
- 7 - биогенную форму;
- 8 - техногенные соединения, не имеющие природных аналогов.

**6,7 и 8 формы** определяют как состояние поверхностных частей земной коры, в первую очередь с **точки зрения экологии**, так и развитие в этих частях **различных эколого-геохимических изменений**.

# Биогенная форма

Одна из наиболее сложных, получила развитие только в верхних частях земной коры.

Её можно представить как **систему химических равновесий элементов животных и растительных организмов.**

# Коллоидная и сорбированная коллоидами формы

В этих формах ХЭ находятся только в верхних частях земной коры.

Коллоидные системы образуются в результате жизнедеятельности живых организмов, а в последние несколько десятилетий под влиянием деятельности людей (дробление горных пород, сжигание топлива, обработка и износ деталей и механизмов и т.д.).

Антропогенез приводит к **общей металлизации поверхности Земли**, в коллоидах увеличилось содержание металлов → **роль коллоидной и сорбированной форм на поверхности Земли существенно возросла.**

Еще быстрее возрастает значение **техногенных соединений, не имеющих природных аналогов.**

# Живое вещество и биосфера

**Биосфера** - особая оболочка нашей планеты, в пределах которой существуют живые (животные и растительные) организмы.

**Биосфера** – живая оболочка Земли, совокупность экосистем, третья **парагенетическая** оболочка (область жизни коллоидов).

Пределы биосферы обусловлены определенными энергетическими, физическими и химическими условиями, при которых может существовать жизнь → охватывает не все оболочки планеты.

Биосфера лежит в пределах:

**одной термодинамической** оболочки (**второй**);

**трех фазовых** оболочек (**третьей, четвертой и пятой**);

**трех химических** (**четвертой, пятой и шестой**)

**двух лучистых** (**частично второй и третьей**).

Биосферу подразделяют на три геосферы в зависимости от их фазового состояния:

газовую оболочку - атмосферу

водную – гидросферу

твердую – литосферу

# Живое вещество

Совокупность атомов химических элементов (их соединений), находящихся **в биогенной форме.**

В.И. Вернадский выделяя оболочку земной коры – биосферу, за определяющий параметр использовал не **термодинамические показатели** и не **фазовое состояние вещества**, а **формы нахождения элементов**, а точнее **область развития химических элементов**, находящихся **в биогенной форме.**



# История развития представлений о биосфере

- в **1786** г. в работе **Вик д'Азира** указывалось, что **жизнью пронизаны верхние части земной коры.**
- в **1875** **Эдуард Зюс** ввел в науку (в геологию) представление о **биосфере как об области земной коры, охваченной жизнью.**
- **Основы учения о биосфере** были заложены **Владимиром Ивановичем Вернадским** в начале 20 века.

- Особенно широко живые организмы распространены в почвах, образуя геосферу - **педосферу**.
- Образование почв = воздействие живых организмов на минеральный субстрат горных пород + разложение этих организмов.
- Александр Ильич Перельман назвал **почвы царством коллоидов**.
- На границе почв с атмосферой сосредоточена основная масса живого вещества, что подтверждает **связь биогенной и коллоидной форм нахождения**.
- **Живые организмы развиваются и на поверхности горных пород, проникая в них на различные глубины.**

- Гидробионтами заселен весь Мировой океан присутствуют даже в Мариинской впадине.
- Основную **массу воды** на нашей планете организмы **пропускают**, очищая, через себя примерно **за 2 млн. лет.**
- Кислород, выделяемый водорослями → водные организмы + в атмосферу, а углекислый газ, выделяемый организмами, поглощается водорослями → **океан, биогеохимически относительно автономен**, т.к. происходит постоянный **обмен углекислотой и кислородом** между атмосферой и гидросферой + с континентов **поступают все химические элементы** в различных формах и концентрациях.

В атмосфере жизнь обнаружена в тропосфере и в стратосфере.

**Верхняя граница биосферы** обуславливается лучистой энергией → **озоновый экран** (16 км от поверхности Земли на полюсах и до 25 км над экватором).

**Нижняя граница жизни** в литосфере определяется высокой температурой ( $t = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$  непреодолимая преграда), в морях предельная для жизни температура встречается на глубине около 10 км.

**Живые организмы** в трещинах и нефтеносных скважинах могут встречаться **на глубине до 3 км от земной поверхности.**

**Захват геосфер жизнью не закончился**, человек, может достигать областей, недоступных для остального живого мира.

Процессы жизнедеятельности организмов определяют **состав атмосферы** и осуществляют **связь между верхними частями земной коры, атмосферой и гидросферой.**

- **ВЫВОД:** живое вещество осуществляет связь между всеми частями биосферы, благодаря миграции химических элементов.

# **Живое вещество**

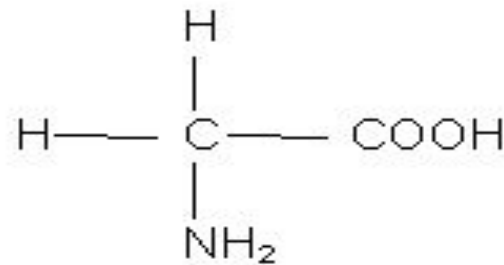
**по В.И. Вернадскому - все количество живых организмов планеты как единое целое.**

**химический состав живой и неживой природы → единство природы, но различное соотношение элементов и строение молекул иное.**

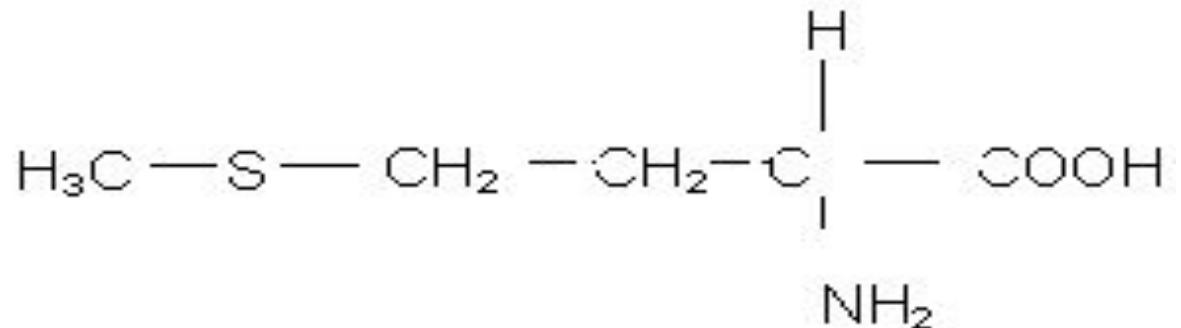
**Общее свойство жизни - присутствие в живом веществе активных белковых молекул.**

**С химической точки зрения, живое и биогенное вещество биосферы представлено спиртами, например  $C_2H_5OH$ , жирными кислотами, например  $CH_3COOH$ , аминокислотами, составляющими основу белка, в частности**

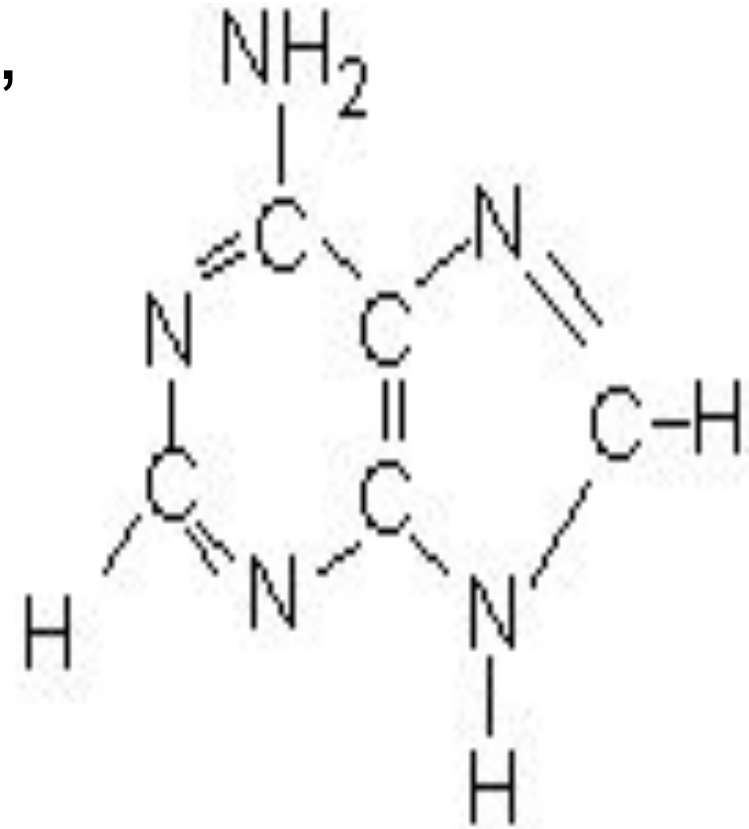
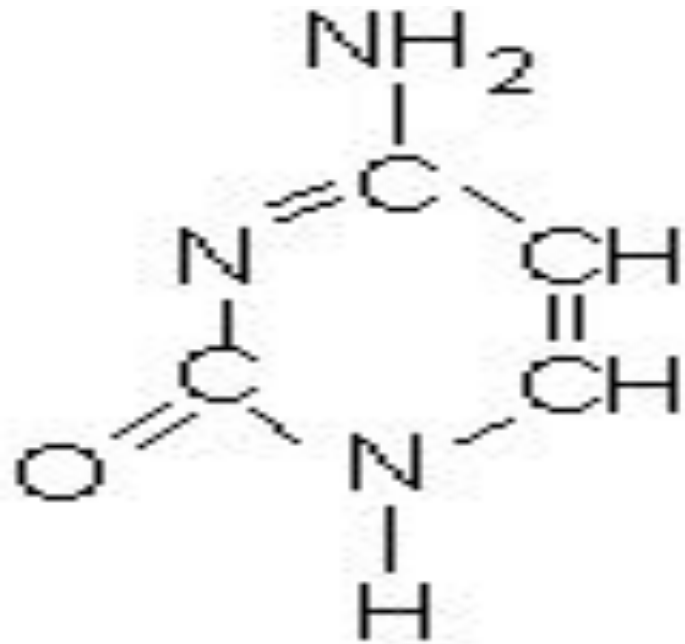
**ГЛИЦИНОМ**



**И МЕТИОНИНОМ:**



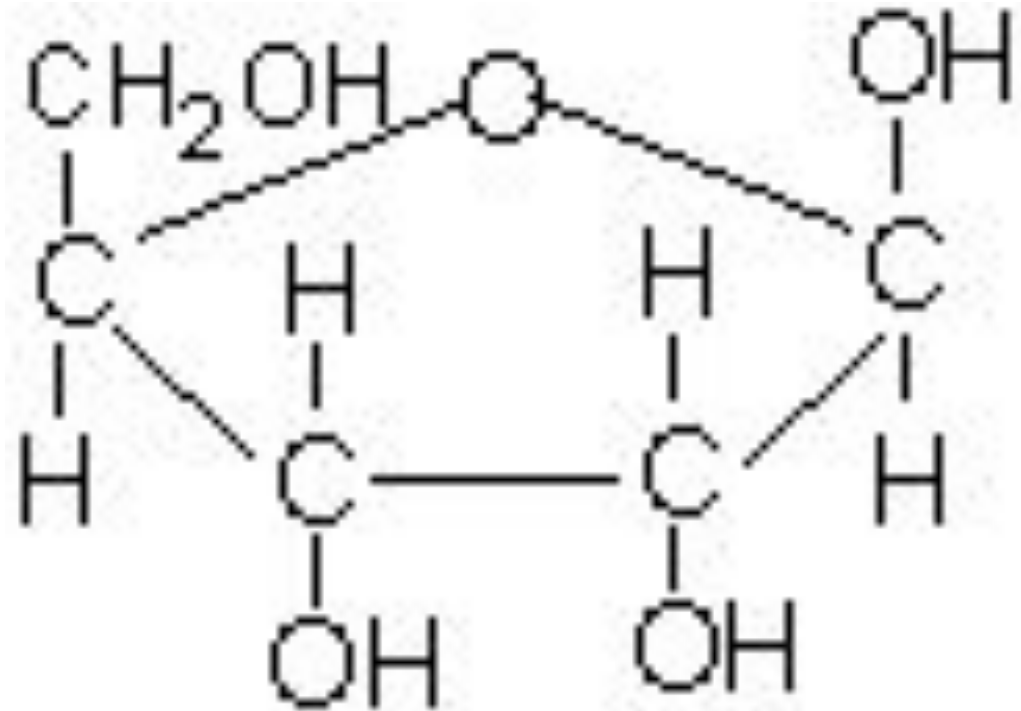
а также пуринами, например,  
аденином:



пиримидинами, например,  
ЦИТОЗИНОМ:



- Сахарами - составными частями нуклеиновых кислот, содержащихся в каждой клетке (ДНК – в ядре клетки и РНК – в цитоплазме).
- например, рибоза:



- Из названных органических соединений образуются сложные **молекулы углеводов, белков, жиров и нуклеиновых кислот.**
- Исходя из среднего химического состава белков, жиров и углеводов: **O, C, H, P, N, S, Fe** эти элементы составляют основу **биофильного ряда.**
- Растворимые элементы, **жизненно необходимые** организмам, называют **биогенными элементами.**
- **Элементы** и их соединения, требующиеся организмам **в сравнительно больших количествах - макробиогенные элементы.**
- **Элементы** и их соединения, необходимые для жизнедеятельности биосистем, но **в крайне малых количествах - микробиогенные элементы.**

- Для растений особенно важны 10 микроэлементов:  
**Fe, Mn, Cu, Zn, B, Si, Mo, Cl, Co, V.**

**По функциям на три группы:**

- **Mn, Fe, Cl, Zn, V – для фотосинтеза.**
- **Mo, B, Fe – для азотного обмена.**
- **Mn, B, Co, Cu, Si – для других метаболических функций.**
- **Все эти элементы, кроме бора, требуются и животным.**
- **Животным могут потребоваться селен, хром, никель, фтор, йод, олово.**

- В.И. Вернадский: элементы, постоянно присутствующие в живых организмах, выполняют вполне определенные жизненные функции.
- Их содержание в организмах зависит не только от следового состава, но и от химических условий среды обитания, биологической специфики, экологических особенностей организма и других факторов.
- Биота биосферы обуславливает преобладающую часть химических превращений на планете → преобразующая геологическая роль живого вещества.

# В.И. Вернадский выделяет пять функций живого вещества в биосфере

- **Газовая функция:** обмен живых существ кислородом и углекислым газом с окружающей средой в процессах **фотосинтеза и дыхания**.
- Растения способствовали **смене восстановительной среды на окислительную** в геохимической эволюции планеты и в формировании **газового состава современной атмосферы**.
- Контролируют концентрации  $O_2$  и  $CO_2$ , оптимальные для всей современной биоты.

- **Концентрационная функция:** пропуская через свое тело воздух и природные растворы → биогенная миграция и концентрирование химических элементов и их соединений.
- **Окислительно-восстановительная функция** связана с биогенной миграцией элементов и концентрированием веществ. Живые клетки под действием ферментов, способны осуществлять многие **окислительно-восстановительные реакции в миллионы раз быстрее** тех, что протекают в абиогенной среде.

- **Информационная функция:** с появлением живых существ на планете появилась и активная («живая») информация, отличающаяся от той «мертвой» информации, которая является простым отражением структуры.
- Организмы получают, хранят и перерабатывают молекулярную информацию путем соединения потока энергии с активной молекулярной структурой, играющей роль программы → экологический системообразующий фактор.
- Запас генетической информации во всей биоте биосферы составляет около  $10^{15}$  бит, а полная ее смена в ходе эволюции происходит за  $3 \cdot 10^8$  лет, или за  $10^{16}$  с.
- Информационная скорость биологической эволюции приблизительно равна 0,1 бит/с.
- Пятая функция – **биогеохимическая деятельность человека** – вещества земной коры, в том числе таких концентраторов углерода, как уголь, нефть, газ и др., для хозяйственных и бытовых нужд человека.

- Перечисленные функции живого вещества биосферы вместе составляют мощную **средообразующую функцию**: растений → состав атмосферы → радиационный и тепловой режим на планете, спектральный состав достигающего поверхности Земли солнечного света.
- Растительный покров определяет водный баланс, распределение влаги и климатические особенности больших пространств.
- Живые организмы играют ведущую роль в самоочищении воздуха, рек и озер, от них во многом зависит солевой состав природных вод и распределение химических веществ между сушей и океаном.
- Благодаря растениям, животным и микроорганизмам создается почва и поддерживается ее плодородие.
- Средообразующая функция биосферы связана со **средорегулирующей функцией** – биотической регуляцией окружающей среды (биотический круговорот веществ).



- Одним из основных свойств биосферы является ее **биокосность**.
- **Биокосные** - системы, в которых **живые организмы и неживое, косное вещество взаимосвязаны и взаимообусловлены**.
- биосфера
- почвы,
- илы,
- природные воды,
- геохимические ландшафты и т. д.
- на космических станциях возникают техногенные биокосные системы.

# ВЫВОД:

- Несмотря на резкую грань между живым и косным веществом, они взаимосвязаны и между ними непрерывно происходит взаимодействие, в результате этих процессов в биосфере созданы условия, наиболее пригодных для жизни и работы людей.
- Однако эти условия не являются ни одинаковыми для всей биосферы, ни постоянными.