

1. ЭКОЛОГИЯ КАК НАУКА

Экология – наука, изучающая условия существования живых организмов и взаимосвязи между организмами и средой, в которой они обитают.

Объект исследований – экосистема (экологическая система).

Предмет экологии – исследование структуры связей между элементами экосистем – живыми организмами разного уровня организации (отдельные организмы, популяции, сообщества) и средой их обитания.

Методы экологических исследований:

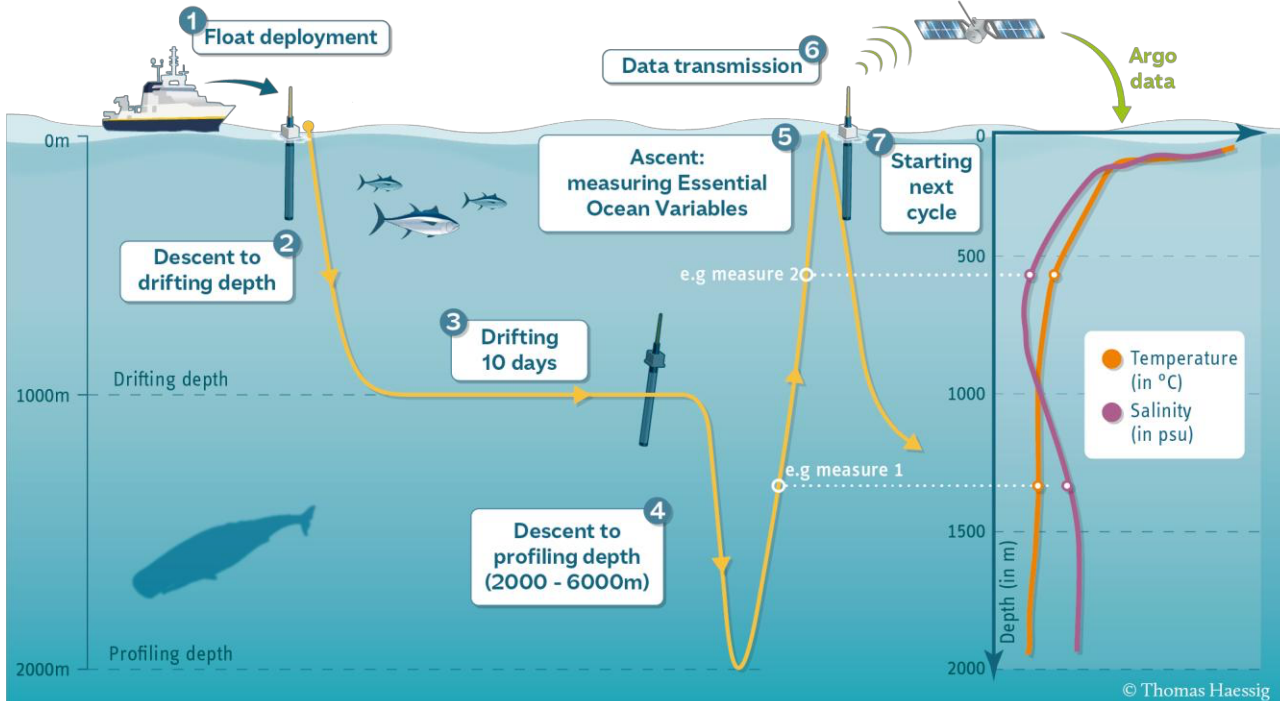
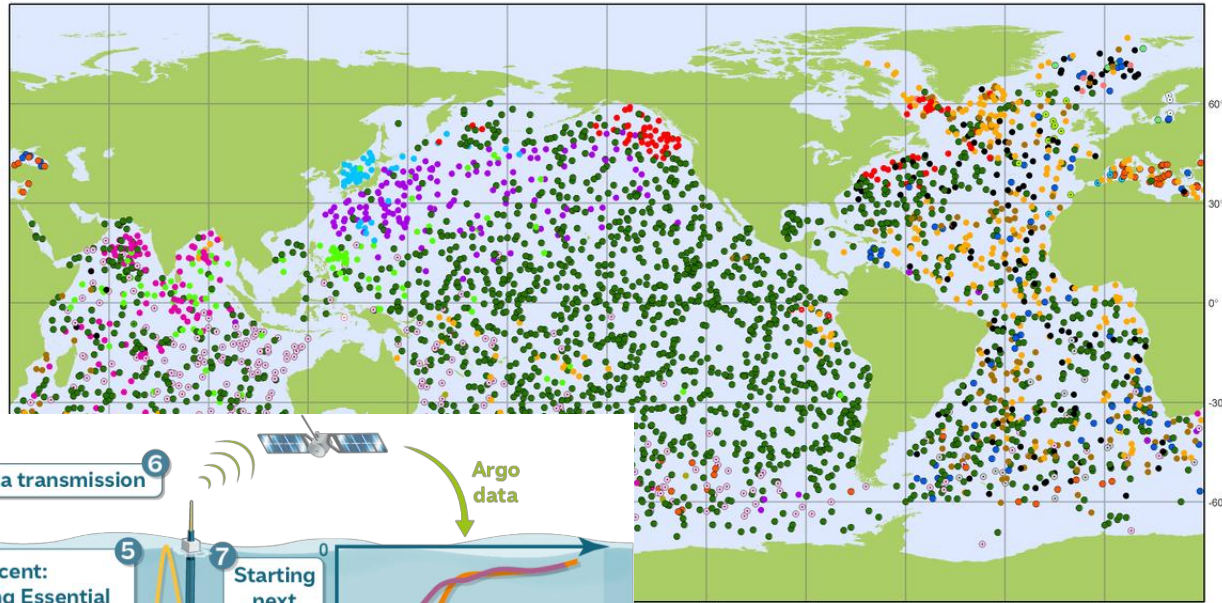
- сбор и анализ информации о компонентах экосистем, о их взаимосвязи, о факторах влияния, составление баз данных, выявление закономерностей и трендов развития;
- эксперимент,
- моделирование.

Т.к. объектом экологии выступает экосистема (экологическая **система**), то основным методическим направлением является **системный анализ** – исследования объекта как системы.

Методы экологических исследований (пример)

Сбор и накопление информации о природной среде

Проект Арго



1 Operational Floats

distributed within the last 30 days)

February 2018

NYA (1) PERU (3) USA (2179)
XICO (2) POLAND (5)
THERLANDS (24) KOREA, REPUBLIC OF (53)
W ZEALAND (6) SPAIN (5)
RWAY (7) UK (163)



Generated by www.jcomms.org, 02/03/2018

Системный анализ – научный метод познания, представляющий собой последовательность действий по установлению структуры связей между переменными и постоянными компонентами системы, а также динамики во времени этой структуры.

Экология – охрана природы - природопользование

Три базовых понятия в сфере взаимоотношений человека и природы:

экология (научные аспекты),

охрана природы (юридические аспекты и организационные мероприятия),

природопользование (технологические и экономические аспекты).

Охрана природы – комплекс мер, предназначенных для ограничения отрицательного влияния человеческой деятельности на природу.

Природоохранные меры предусмотрены в земельном, лесном, водном и другом федеральном законодательстве (ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН «ОБ ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»). Плата за загрязнение окружающей среды и размещение отходов с предприятий, осуществляющих любые виды деятельности, связанные с природопользованием. В международном масштабе наряду с созданием международных организаций по отдельным проблемам охраны природы действует Программа ООН по окружающей среде.

В основе – знание экологических закономерностей

Природопользование подразделяется на *рациональное и нерациональное*.

При рациональном природопользовании осуществляется максимально полное удовлетворение потребностей в материальных благах при сохранении экологического баланса и возможностей восстановления природно-ресурсного потенциала.

Поиск такого оптимума хозяйственной деятельности для конкретной территории или объекта является важной прикладной задачей науки природопользования. Достижения данного оптимума получило название «*устойчивое развитие*».

При нерациональном природопользовании происходит экологическая деградация территории и необратимое истощение природно-ресурсного потенциала.

В основе – знание экологических закономерностей

Американский эколог Р. Риклефс писал:

«Если мы хотим достичь какого-то согласия с Природой, то нам в большинстве случаев придется принимать ее условия».

Это означает, что есть вещи, которые необходимо знать, занимаясь практическим природопользованием, и которые следует класть в основу экологического образования.

Законы Коммонера

Основные экологические положения в афористической форме.

Сформулировал американский эколог Б. Коммонер в 1974 г.

1. Все связано со всем
2. Все должно куда-то деваться
3. Природа знает лучше
4. Ничто не дается даром (за все надо платить)

Основные характерные признаки живых организмов

Живые организмы обладают рядом признаков, которые отсутствуют у неживых систем:

- *единство химического состава;*
- *обмен веществ и энергии;*
- *размножение (самовоспроизведение и наследственность);*
- *саморегуляция.*

Единство химического состава – 98% химического состава всех живых организмов приходится на углерод, кислород, азот и водород.

Обмен веществ и энергии (метаболизм) живых организмов окружающей среды – питание и дыхание.

Питание – процесс потребления вещества и энергии (в виде пищи).

Дыхание – процесс высвобождения энергии из органического вещества пищи при его окислении

Размножение (самовоспроизведение и наследственность).

Уникальное свойство живой материи – увеличение числа особей с наследованием всех признаков и свойств. В основе этого явления лежит способность к образованию новых биологических молекул и структур в организме в соответствии с наследственной информацией, содержащейся в нуклеиновых кислотах (ДНК).

Саморегуляция – система поддержания процессов жизнедеятельности и противодействия неуправляемому распаду структур и свойств.

Уровни организации живой материи.

Для живой материи характерны различные уровни организации ее структур, между которыми существует сложное иерархическое соподчинение:

1. Молекулярный уровень
2. Клеточный уровень
3. Организменный уровень
4. Популяционно-видовой уровень
5. Экосистемный уровень
6. Биосферный уровень

Уровни организации живой материи.

1. Молекулярный уровень:

биологические макромолекулы (белки, нуклеиновые кислоты, жиры, углеводы и др.) и молекулярные комплексы (рибосомы – РНК+белок, ферменты – белок+атомы металла, углевод-белковые комплексы и др.)

Процессы на этом уровне:

хранение и передача генетической (наследственной) информации, обмен веществ и превращение энергии

Уровни организации живой материи.

2. Клеточный уровень

Все организмы структурно состоят из клеток – элементарных структурных единиц, имеющих сходное строение.

Процессы на этом уровне:

синтез и распад веществ, энергией, рост,
размножение, реакция на внешние
раздражители

Уровни организации живой материи.

3. Организменный уровень

Элементарная единица – особь, состоящая из тканей и органов, которые в свою очередь состоят из клеток.

Процессы на этом уровне:

рост, развитие, размножение, саморегуляция,
реакция на внешние раздражители,
приспособление

Уровни организации живой материи.

4. Популяционно-видовой уровень

Совокупность однородных организмов с единым происхождением, образом жизни и местом обитания. Популяции, виды.

Процессы на этом уровне:

эволюция, адаптация, взаимодействие с другими популяциями

Уровни организации живой материи.

5. Экосистемный уровень

Биогеоценоз (экосистема) - совокупность организмов разных видов и факторы среды их обитания. На этом уровне действуют законы межвидовых отношений. В результате взаимодействия биоценоза и окружающей среды образуется экологическая система (*экосистема*).

Процессы на этом уровне:

Биохимический круговорот веществ и поток энергии, поддерживающие жизнь

Уровни организации живой материи.

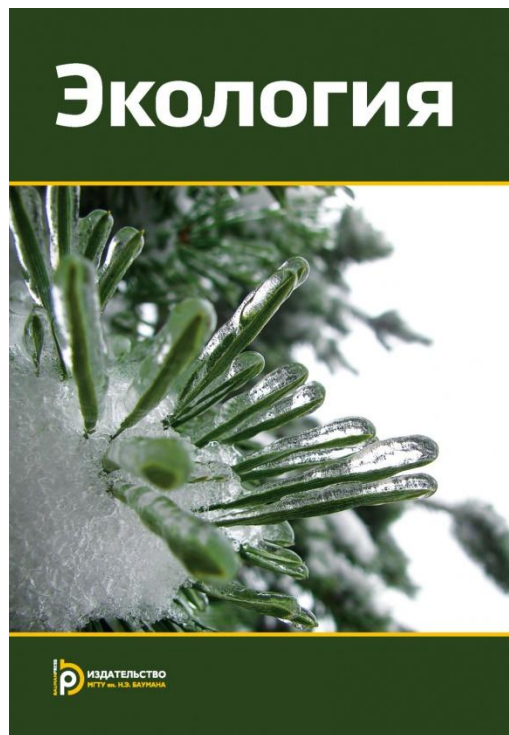
6. Биосферный уровень

совокупность всех экосистем (биогеоценозов) на планете Земля со всеми сложными связями и взаимоотношениями между составляющими их частями.

Процессы на этом уровне:

Активное взаимодействие живых и неживых веществ планеты, биологический глобальный круговорот веществ и энергии

Учебное пособие Экология – по материалам лекций в МГТУ им. Н.Э. Баумана



Экология / Корсак М.Н., . Мошаров С.А, Пестряков А.П. и др.

- 3-е изд., Москва : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - 240 с. - ISBN 978-5-7038-3912-6.



Экология : учеб. пособие / Александров А.А., Корсак М.Н., Мошаров С.А. [и др.].

- 4-е изд., М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. - 277 с. - ISBN 978-5-7038-4820-3

Общие свойства систем

Определение системы:

Системой называются упорядоченно взаимодействующие и взаимозависимые компоненты, образующие единое целое

Целое – это определенное единство элементов, имеющее свою структуру.

Структура в прямом смысле этого слова есть строение системы. Вне систем структур не существует. Понятие «структура» отражает форму расположения элементов и характер взаимодействия их сторон и свойств.

Системный анализ в экологии

научный метод познания, направленный на *установление структуры связей* между переменными и постоянными компонентами системы.

- *Представление природных объектов в качестве систем и анализ этих систем.*
- С одной стороны система рассматривается как единое целое, с другой – как совокупность элементов.

Задачи системного анализа

- поиск связей, которые делают систему целостной;
- установление связей системы с окружающими объектами;
- выявление процессов управления системой;
- выявление вероятности характера поведения исследуемого объекта (прогноз).

Специфические свойства систем

- 1) Целостность
- 2) Эмерджентность
- 3) Наличие структуры
- 4) Иерархичность
- 5) Устойчивость (стабильность)

Целостность системы

- *Целостность системы* – заключается в том, что всякая система выступает как нечто единое, целое, обособленное, отличающееся от всего остального.
- Система имеет границу, и связь частей системы между собой намного сильнее, чем связь с другими объектами физической реальности.

Эмерджентность

- **Эмерджентность** (от англ. emergence – появление) является универсальной характеристикой систем (в т.ч. экосистем) и заключается в том, что свойства системы как целого не являются простой суммой свойств составляющих ее частей или элементов.
- Пример: самолет –ни одна из частей самолета летать не может, а самолет летает.

Эмерджентные свойства систем возникают в результате взаимодействия компонентов, а не в результате изменения природы этих компонентов.

Учитывая эмерджентные свойства, для изучения целого не обязательно знать все его компоненты.

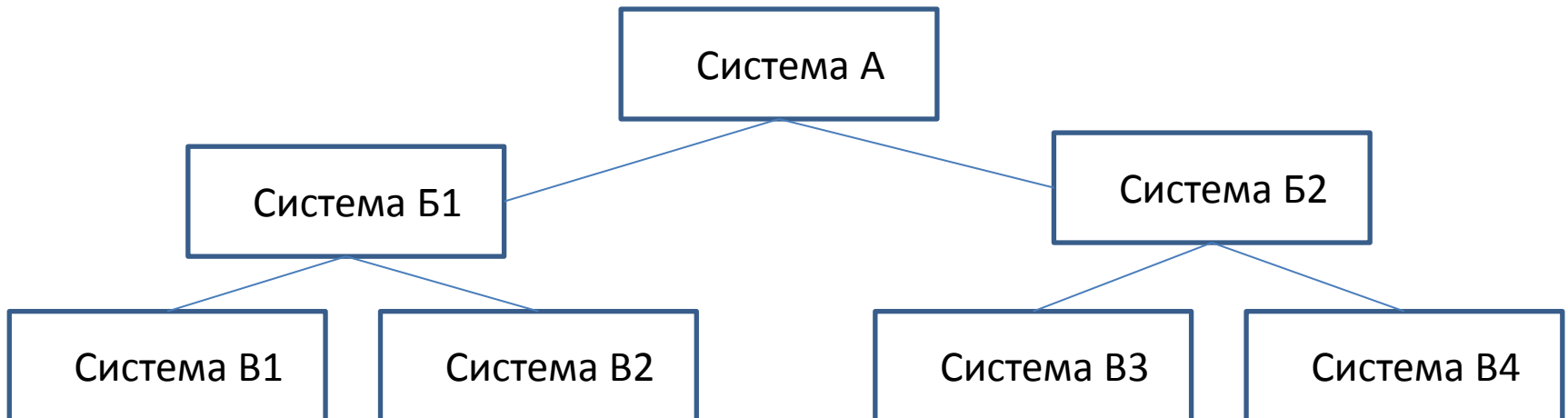
Это важно для экологии: при изучении экосистем на первое место выходят *интегральные свойства целостных сложных экологических систем*

Структура системы

- *Структура* - относительно устойчивый аспект системы, включающий элементы и совокупность связей, сочетающих эти элементы в определенную целостность.
- Структура является статической моделью системы и характеризует только строение системы, не учитывая множества свойств (состояний) ее элементов

Иерархичность

- Любой компонент системы и сама система выступают как часть системы более высокого уровня



Устойчивость систем

Способность саморегулируемых систем возвращаться в исходное состояние после небольшого отклонения при внешнем воздействии

Резистентная устойчивость и упругая устойчивость

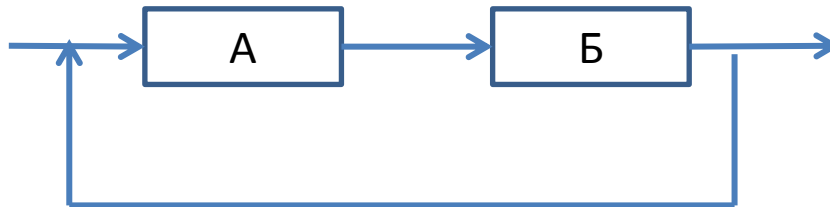
Устойчивость (или стабильность) экосистемы обеспечивается избыточностью функциональных компонентов и системой обратной связи.

Прямые и обратные связи

Взаимодействие компонентов системы – на основе прямых и обратных связей



Прямая связь



Обратная связь
(положительная и
отрицательная)

Основные параметры системы (измеряемые параметры)

- 1) свойства элементов и системы в целом;
- 2) структура системы,
- 3) характер связей и взаимодействия между элементами системы, а также между системой и ее внешней средой;
- 4) границы (изоляция).

1) *свойства элементов и системы в целом*

в целом характеризуются качественными и количественными признаками, которые называют показателями

2) *структура системы*

определяется соотношением **в пространстве** и **во времени** слагающих ее элементов и их связей.

Пространственная структура – порядок расположения элементов в системе.

Временная – смена состояний системы во времени (развитие системы).

3) *характер связей и взаимодействия* между элементами системы, а также между системой и ее внешней средой - различные формы вещественного, энергетического и информационного обмена

4) *границы системы* (степень изолированности) – внутренние связи и взаимодействия гораздо сильнее внешних.

Модели и моделирование в экологии

Модель (по определению) – это абстрактное описание того или иного явления реального мира, позволяющее делать прогнозы относительно этого явления.

Моделирование – метод исследования сложных объектов, явлений и процессов путем их упрощенного иммитирования (натурного, математического, логического).

Модели полезны как средство интеграции всего того, что известно о моделируемой ситуации.

Если модель хорошо описывает реальные процессы, ее можно использовать для исследований и прогноза.

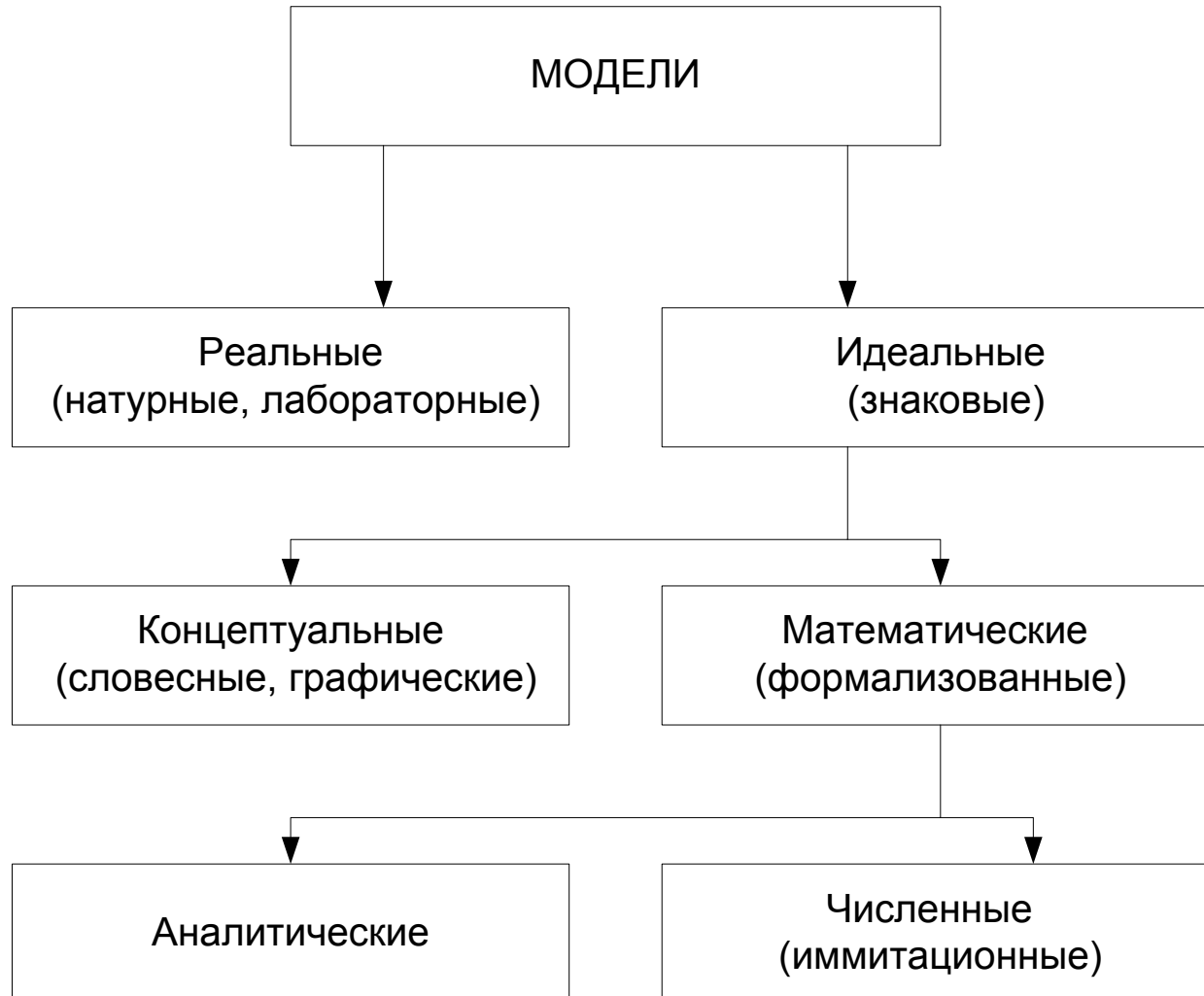
Основа моделирования – понимание того, что каждое явление в значительной степени контролируется несколькими ключевыми факторами.

Модель должна соответствовать двум требованиям:

1) она должна отражать лишь те особенности оригинала, которые выступают в качестве предмета познания;

2) она должна быть адекватна оригиналу.

Классификация моделей



Реальные (материальные) модели – по своей физической природе сходны с оригиналом.

Они могут отражать:

- геометрическое подобие оригиналу (макеты, тренажеры, искусственные системы);
- подобие протекания процессов (физическое моделирование, например гидрологическая модель – течение и смешение вод);
- подобие природным объектам (пробные участки, мезо- и микрокосмы, аквариумы).

Идеальные (знаковые, абстрактные) модели - представляют собой описание оригинала в словесной форме или посредством символов и операций над ними, отражающих исследуемые особенности оригинала.

Делятся на **концептуальные** и **математические**.

Концептуальная модель – формализованный вариант традиционного описания экосистемы, состоящий из текста, блок-схем, таблиц, графиков и иллюстраций.

Математические модели – уравнение или система уравнений и неравенств, отражающие функциональные зависимости процессов. По своему характеру выделяют **статические** и **динамические** модели.

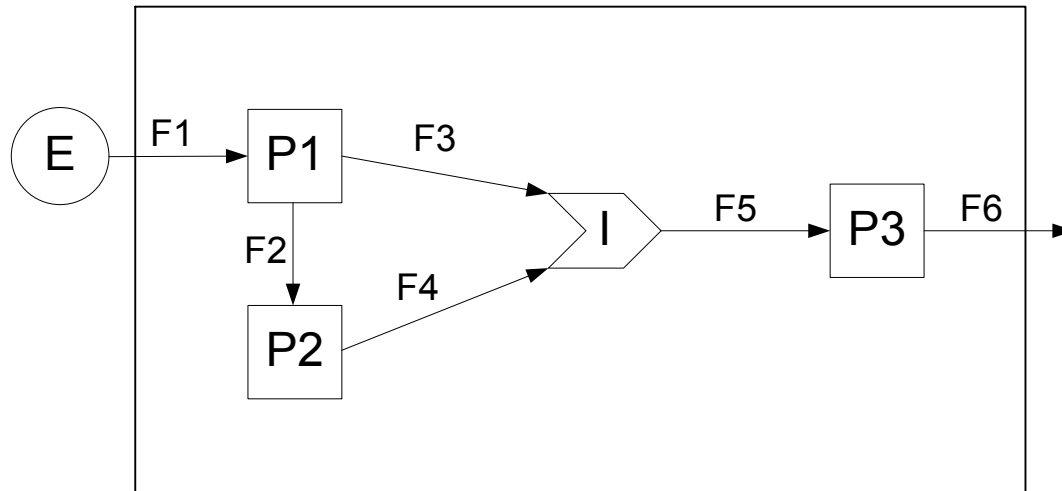
Статическая модель отражает объект (систему), не изменяющий свое состояние во времени.

Динамическая модель отражает объект (систему), изменяющий свое состояние во времени

Существует два наиболее общих метода реализации математических моделей:
аналитический и *численный*.

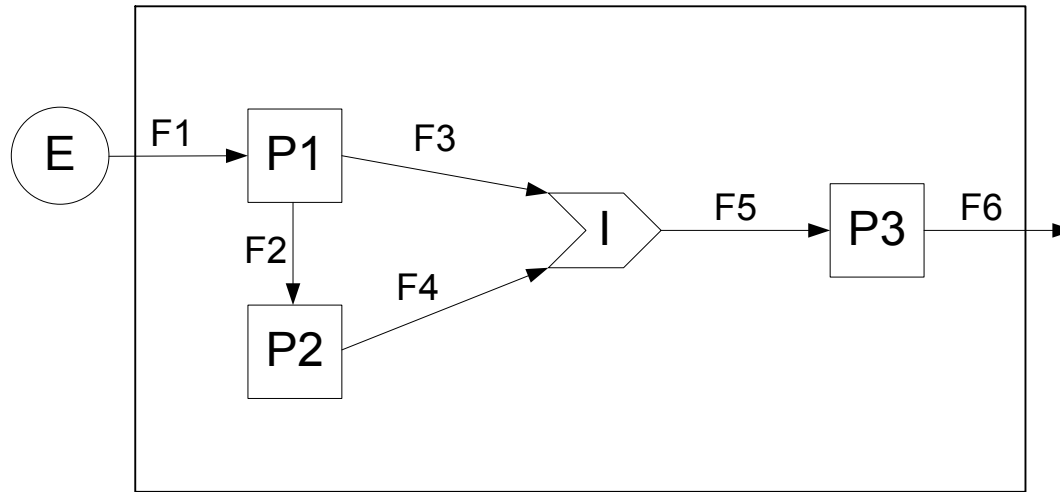
При моделировании экологических систем следует учитывать, что экосистемы управляются и контролируются основными (ключевыми факторами), а не всем набором так или иначе проявляющихся свойств компонентов и процессов взаимодействия.

Пример графической модели (в виде блок-схемы)



E — движущая сила, P — свойства, F — потоки, I — взаимодействие, $P1$ и $P2$ — два свойства, которые при взаимодействии I дают некое третье свойство $P3$ (или влияют на него), когда система получает энергию от источника E .

Пример реализации графической модели



Пример 1. Модель образования смога.

P1 – углеводород,
P2 – окислы азота (выхлопы автомобилей).
Под действием солнечной энергии (*E*) они реагируют между собой и дают смог *P3*. В этом случае взаимодействие *I* оказывает синергический (усиливающий) эффект, так как *P3* более опасен для здоровья людей, чем *P1* и *P2*, действующие порознь.

Пример 2. Трофическая цепь.

P1 – зеленые растения,
P2 – травоядные животные,
P3 – всеядные животные,
I – переключатель

Этапы математического моделирования

Четыре этапа:

- *качественный анализ,*
- *математическая реализация,*
- *верификация,*
- *изучение моделей.*

Качественный анализ объекта моделирования (экосистемы в целом, отдельных обособленных частей экосистемы, отдельных ключевых процессов) включает **выбор параметров и процессов** (входных переменных, переменных состояния системы) для представления в модели.

Математическая реализация

логической структуры модели.

- *Аналитическая модель* – построение теоретических концепций с применением строгого математического аппарата. Обычно позволяет вывести общую формульную зависимость.

- *Численная модель* – система уравнений, характеризующая основные процессы взаимодействия между выбранными компонентами системы.

Верификация – проверка модели на соответствие оригиналу.

Проводится эмпирическая проверка –
сравнение полученных данных с результатами наблюдений за оригиналом.

При значительном отклонении результатов моделирования от реальных процессов в системе – новая оценка входных параметров и выбора методов реализации (уточнение уравнений). Возврат на этапы 1 и 2.

Изучение модели

– экспериментирование с моделью и интерпретация модельной информации.

Основная цель этапа – **выявление новых закономерностей** и исследование **возможностей оптимизации** структуры и управление поведением моделируемой системы, а также пригодность модели для прогнозирования.

1. Биосфера

Биосфера – сфера жизни, то есть часть планеты, которая включает совокупность живых существ и в которой возможна жизнь.

Понятие о биосфере было введено австрийским ученым Э. Зюссом в 1875 г..

Стройное учение о биосфере было создано русским ученым В.И. Вернадским (книга «Биосфера», 1926 г.).

Вернадскому определял биосферу как ***одну из геологических оболочек*** Земли, в которой происходит взаимодействие живого и косного вещества планеты.

Вернадский впервые выдвинул тезис о роли **«ЖИВОГО вещества»** в формировании и поддержании основных физико-химических свойств оболочек Земли.

До Вернадского роль живых организмов на Земле представлялась очень скромной.

Главное положение Учения о биосфере В.И. Вернадского:

БИОСФЕРА - это не только пространство, где обитают живые организмы, но и зона их влияния.

С одной стороны - это среда жизни,
с другой - результат жизнедеятельности
(взаимодействия живого и косного вещества).

Вернадский отмечал, что пределы биосферы обусловлены прежде всего полем существования жизни.

Для функционирования жизни (центрального элемента биосферы) необходимы

определенные условия:

- достаточно узкий температурный диапазон;
- наличие воды (в жидкой и газообразной фазе);
- наличие углекислоты;
- наличие кислорода;
- наличие довольно большого набора химических элементов (большой частью в микродозах);
- наличие внешнего источника энергии.

В составе биосферы В.И. Вернадский выделил четыре основных типа разных, но взаимосвязанных веществ:

косное вещество — геологические образования, не созданные живыми организмами;

живое вещество — вся совокупность биологической массы живых организмов на Земле;

биокосное вещество — комплексы тесно взаимодействующих элементов живого и косного вещества, например, почва;

биогенное вещество — геологические породы, созданные в результате жизнедеятельности живых существ (известняки, песчаники, железные руды, каменный уголь, нефть и т. п.).

СОСТАВ ОБОЛОЧЕК БИОСФЕРЫ

Биосфера включает в себя
нижнюю часть *атмосферы*,
всю *гидросферу* и
верхнюю часть *литосферы*.

Части биосферы как среды жизни

Среда жизни –

совокупность конкретных абиотических и

биотических условий, в которых обитает конкретный живой организм,

или часть природы, окружающая живые организмы и оказывающая на них прямое или косвенное воздействие.

АТМОСФЕРА как среда жизни

Атмосфера газовая оболочка Земли

- 1) Надежный экран от воздействия космических факторов,
- 2) Озоновый слой (O_3) (на высоте 15...30 км в тропосфере) – защита от УФ,
- 3) Атмосфера прозрачна для видимого света (фотосинтез и зрение).
- 4) Содержит биосферный запас биологически важных веществ – O_2 (20%), N_2 (78%), CO_2 (0,03%), H_2O (0,2-2%) и др.
- 5) Ветер - эффективное перемешивание воздуха в результате естественных конвекционных процессов

Роль тропосферы в формировании условий для жизни

Состояние тропосферы (слой атмосферы от 0 до 20 км) определяет

погоду (кратковременные метеорологические условия местности) и

климат (устойчивые годовые циклы погодных условий).

Основные факторы – температура и влажность

ГИДРОСФЕРА как среда жизни

В состав гидросферы, масса которой составляет около $1,46 \times 10^{18}$ т, обычно включают всю воду Земли в жидкой (собственно вода) и твердой фазах (лед и снег).

По содержанию растворенных солей природные воды подразделяют на:

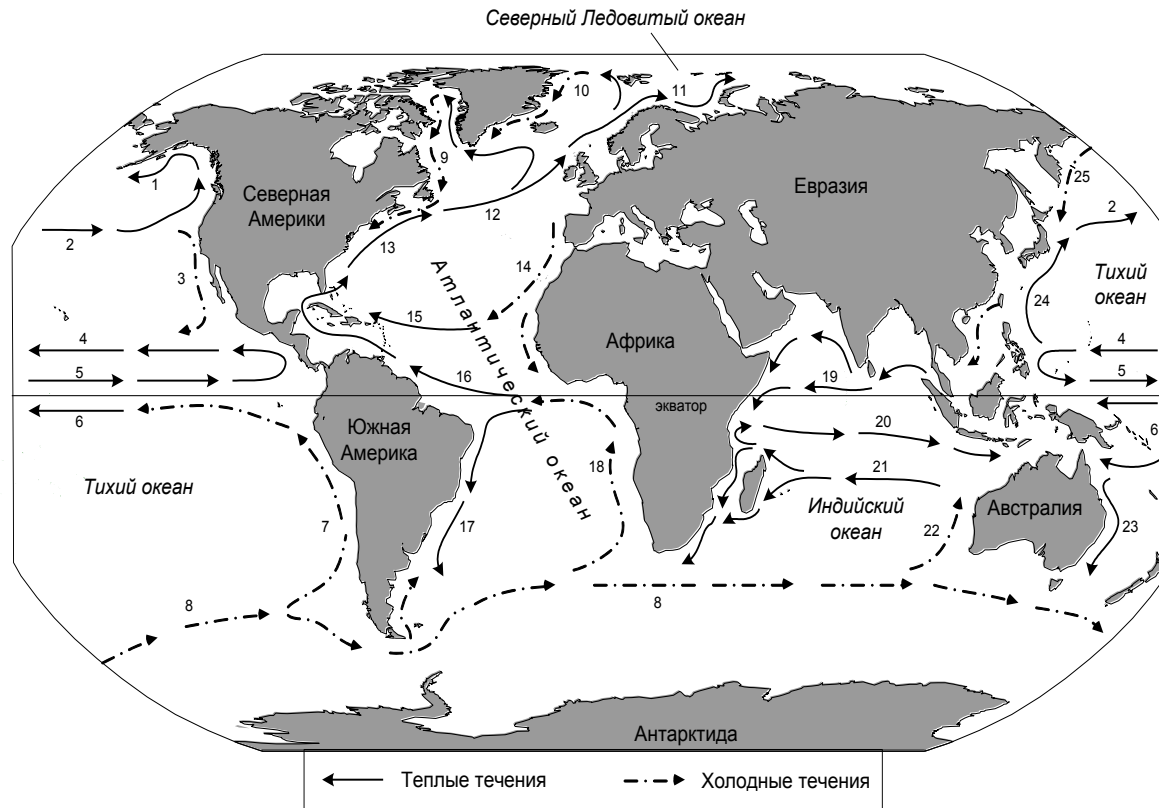
- пресные – менее 0,5 г/л,
- соленоватые – 0,5-10 г/л,
- соленые (морские) – более 10 г/л.

Основная часть гидросферы (**94%**) – соленые воды Мирового океана, включающие Тихий, Атлантический, Индийский, Северный Ледовитый океаны.

Свойства этой среды обитания определяются свойствами воды:

- **плотность** (трудность для движения, но возможность поддерживать положение тела в пространстве по вертикали без больших затрат энергии – 3D-среда для экосистем),
- **стратификация** (разделение водных масс по плотности) – вертикальная (морские и пресные воды) и горизонтальная (морские воды),
- **относительная прозрачность** (снижается с глубиной, меняется спектр),
- **варьирование содержания растворенных веществ** (в т.ч. газов – O_2 и CO_2), необходимых для жизни,
- **высокая теплоемкость** воды.
- **подвижность водной среды – течения** (перенос вещества и организмов),
- подвижность + высокая теплоемкость – **перенос тепла** в биосфере.

Выделяют 25 наиболее крупных постоянных течений в Мировом океане.



- 1 - Аляскинское течение
- 2 - Северо-Тихоокеанское течение
- 3 - Калифорнийское течение
- 4 - Северное пассатное течение
- 5 - Межпассатное противотечение
- 6 - Южное пассатное течение
- 7 - Перуанское течение
- 8 - Течение западных ветров
- 9 - Лабрадорское течение
- 10 - Гренландское течение
- 11 - Норвежское течение
- 12 - Северо-Атлантическое течение

- 13 - течение Гольфстрим
- 14 - Канарское течение
- 15 - Северное пассатное течение
- 16 - Южное пассатное течение
- 17 - Бразильское течение
- 18 - Бенгельское течение
- 19 - Муссонное течение
- 20 - Межпассатное противотечение
- 21 - Южное пассатное течение
- 22 - Западно-Австралийское течение
- 23 - Восточно-Австралийское течение
- 24 - течение Кюросио
- 25 - Камчатско-Курильское течение

На примере Гольфстрима рассмотрим мощность морских течений. При выходе потока из Флоридского залива (скорость до 10 км\час) расход воды в нем около 25 млн. м³/сек – это в 22 раза больше стока всех рек Земли. Далее, при соединении с Антильским течением (продолжением северного пассатного течения) его мощность увеличивается прибл. в 3 раза. Но и это составляет лишь около трети мощности **Антарктического циркумполярного течения**, самого крупного на планете (холодное течение).

Запасы пресной воды:

Лед (ледники, айсберги, снег) – около 85%,

Подземная пресная вода – 14%,

Пресные озера – 0,6%,

Почвенная влага – 0,3%

Пары атмосферы – 0,06%,

Реки – 0,04%.

Крупнейшая река мира – **Амазонка**. Она имеет мощность потока приблизительно 200 тыс. м³/с, что составляет около 16 % от стока всех рек. Самая многоводная река России – Енисей – несет воды приблизительно в 10 раз меньше, а Волга – в 25 раз меньше, чем Амазонка.

Крупнейшее в мире скопление пресной озерной воды находится в озере **Байкал** (около 23000 км³ чистой воды),

ЛИТОСФЕРА (земная кора) как среда жизни.

В зону биосферы попадает только верхняя часть литосферы – почва.

Характерные черты почвенной среды:

- высокая плотность,
- отсутствие света,
- незначительные перепады температуры,
- повышенное содержание углекислого газа,
- постоянная влажность или наличие жидкой воды,
- зона укоренения растений,
- запас неорганических веществ, важных для жизни.

РОЛЬ ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА В БИОСФЕРЕ

В.И.Вернадский выделил **пять** основных биогеохимических функций живого вещества:

- 1) **Газовая** - качественный и количественный состав атмосферы Земли обусловлен жизнедеятельностью живого вещества.
- 2) **Концентрирующая** - все живые организмы накапливают в своих телах различные химические элементы.
- 3) **Окислительно-восстановительная** — регулирование кислородного режима и влияние на реакции элементов с переменной валентностью.

РОЛЬ ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА В БИОСФЕРЕ

- 4) **Биохимическая** - рост, размножение и перемещение живых организмов в пространстве.
- 5) **Биогеохимическая деятельность человечества** – охватывает все возрастающее число элементов для нужд промышленности, транспорта, сельского хозяйства.

ЗАКОНА БИОГЕННОЙ МИГРАЦИИ АТОМОВ (В.И. ВЕРНАДСКИЙ)

*Миграция химических элементов на земной поверхности и в биосфере в целом осуществляется или **при непосредственном участии** живого вещества (биогенная миграция),*

*или же **она протекает в среде**, геохимические особенности которой обусловлены живым веществом, как тем, которое в настоящее время населяет биосферу, так и тем, которое действовало на Земле в течение всей геологической истории.*

ЭКОЛОГИЯ

Мошаров Сергей Александрович

кандидат биологических наук
доцент кафедры Э-9
МГТУ им. Н.Э. Баумана

Лекция 4 Экологические факторы среды – общие характеристики

Экологический фактор среды

**- любой элемент или свойство среды,
способное оказывать прямое или
косвенное влияние на живые
организмы**

Условия окружающей среды (экологические факторы) определяют границы существования живых организмов в биосфере.

Классификация экологических факторов

- А. По природе факторов (основная классификация)
- Б. По периодичности проявления факторов и их направленности
- В. Факторы прямого или косвенного воздействия

Классификация экологических факторов

А. По природе факторов (основная классификация):

- абиотические (факторы неживой природы – физические, химические, географические и др.),
- биотические (взаимодействия живых организмов),
- антропогенные (влияние человека и цивилизации на живые системы).

Классификация экологических факторов

Б. По периодичности проявления факторов и их направленности:

- факторы, действующие строго *постоянно*.
- факторы, действующие *строго периодически*;
- факторы, действующие *без строгой периодичности*, но повторяющиеся время от времени;
- факторы *направленного действия*, которые обычно изменяются в одном направлении;
- факторы *неопределенного действия*, например антропогенные факторы.

Классификация экологических факторов

В. Факторы прямого или косвенного действия на организмы и живые системы.

Факторы прямого действия непосредственно влияют на жизнедеятельность живых организмов и прохождение биогеохимических циклов в экосистеме.

Факторы косвенного действия изменяют среду обитания живых организмов и таким образом модулируют проявление факторов прямого действия.

Адаптация (приспособление)

Адаптация – приспособление организмов к среде обитания, т.е. к существующим в их окружении экологическим факторам.

Адаптацию отражает соответствие между потребностями организма и возможностями среды обитания.

Способность к адаптации – одно из основных свойств живых организмов, обеспечивающих их существование и размножение.

Адаптация (приспособление)

Организмы должны быть адаптированы к различным факторам одновременно.

Организмы сравнительно легко адаптируются к хорошо предсказуемым факторам (постоянным, строго периодичным и направленного действия).

Общие закономерности действия факторов среды на организмы

Какими бы разными по природе ни были экологические факторы, результаты их воздействия *сравнимы*, поскольку они всегда выражаются в изменении интенсивности жизнедеятельности организмов.

Первый общий параметр всех экологических факторов – результатом их действия является *изменение количественных характеристик организмов* (например, биомасса организма) или популяций (например, численность).

Второй общий параметр экологических факторов – каждый фактор имеет *количественное значение*.

Общие закономерности действия факторов среды на организмы

Жизнедеятельность организмов возможна только при определенных значениях данного фактора.



Важнейшие характеристики любого фактора:

- предел выносливости организма,
- зона оптимума (нормальной жизнедеятельности),
- зоны угнетения,
- летальные зоны.

Степень благоприятности фактора =
интенсивность жизнедеятельности организмов

Общие закономерности действия факторов среды на организмы

Закон толерантности В. Шелфорда (1913 г.):

Любой живой организм имеет генетически определенные верхний и нижний пределы устойчивости (толерантности) к любому экологическому фактору.

Для каждого вида – свой оптимальный диапазон по каждому из факторов.

Общие закономерности действия факторов среды на организмы

Эврибионтность и стенобионтность

Эврибионты – организмы, выдерживающие большие вариации значений действующего фактора без существенных изменений процессов жизнедеятельности.

Стенобионты - организмы с узким пределом выносливости по отношению к этому же фактору.

- стенотермный – эвритермный (в отношении температуры);
- стеногалинный – эвригалинный (в отношении солёности);
- стенофагный – эврифагный (в отношении разнообразия пищевых ресурсов)
- и пр.

Лимитирующие факторы

Любое условие (фактор) среды, приближающееся к пределу устойчивости (толерантности) или превышающее его, называется ограничивающим (лимитирующим) условием, или *лимитирующим фактором*.

Закон минимума (закон Либиха)

При стационарном (стабильном) состоянии экологических факторов лимитирующим будет тот из них, значение которого наиболее близко к необходимому минимуму.

Согласно закона В. Шелфорда (закона толерантности)

Лимитирующим может быть не только недостаточное, но и избыточное значение фактора.

Взаимодействие факторов

Все организмы существуют при одновременном воздействии на них множества различных факторов окружающей среды.

В общем виде взаимодействие различных факторов при воздействии на организм может быть следующим:

- **аддитивность** (суммирование эффектов влияния),
- **синергизм** (взаимное усиление влияния),
- **антагонизм** (взаимное ослабление влияния).

Экологическая ниша

Экологическая ниша – совокупность всех факторов среды, в пределах которых возможно существование вида в природе.

Понятие «экологическая ниша» определяет общую сумму требований организма к условиям существования (его адаптированность).

Три наиболее важных представления экологической ниши:

- *пространственная,*
- *трофическая,*
- *многомерная.*

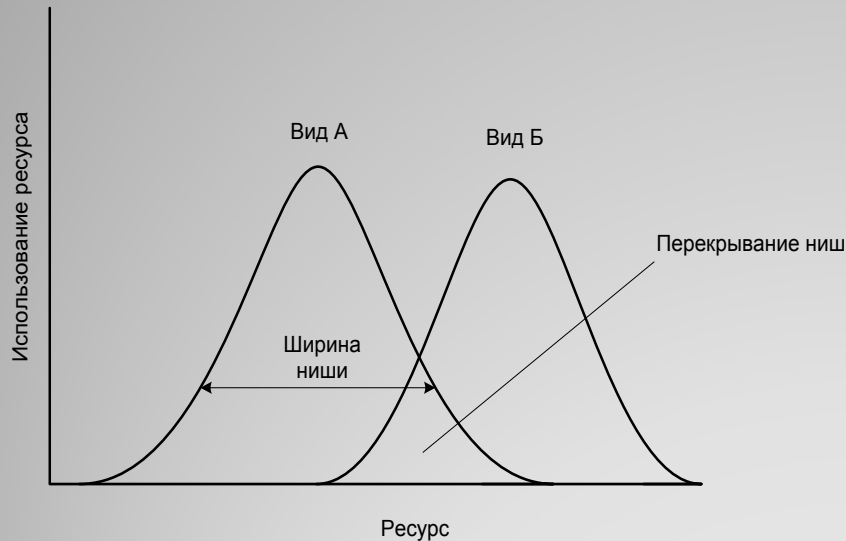
Экологическая ниша

Потенциальная и реализованная экологическая ниша

Потенциальная (фундаментальная) экологическая ниша – совокупность оптимальных для организма условий в отсутствие врагов и конкурентов.

Реализованная (фактическая) экологическая ниша – совокупность условий существования организмов в сообществе в присутствии врагов и конкурентов.

Экологическая ниша



Схематическое представление перекрывающихся ниш двух видов, использующих один и тот же ресурс

Экологическая ниша данного организма характеризуется шириной и величиной пересечения с нишами других видов.
Чем больше перекрывание, тем сильнее конкуренция.

ЭКОЛОГИЯ

Мошаров Сергей Александрович

кандидат биологических наук
доцент кафедры Э–9
МГТУ им. Н.Э. Баумана

Лекция 5 Абиотические факторы среды

Абиотические факторы

Основные (экологически важные) абиотические факторы среды:

- ▶ свет,
- ▶ температура,
- ▶ влажность,
- ▶ давление,
- ▶ гравитация,
- ▶ состав, физико–химические свойства и подвижность среды.

Абиотические факторы

Для наземных экосистем наиболее важные:
свет, температура, влажность.

Для водных экосистем наиболее важны:
свет, температура, содержание кислорода, соленость.

Солнечная радиация (свет)

Важнейший абиотический фактор, так как служит первоисточником энергии в биосфере.

Солнце – источник энергии в биосфере.

Почти вся энергия, получаемая поверхностью Земли, исходит от Солнца

Солнечная постоянная – солнечная радиация на верхней границе атмосферы Земли (1367 Вт/м^2 в мин).

Энергия солнечного электромагнитного излучения варьирует в диапазоне длин волн от 60 до 4000 нм.

Солнечная радиация (свет)

Спектр солнечного света

Излучение	Длина волны (нм)	Доля в общей солнечной энергии
Ультрафиолетовое	60 – 400	1%
Видимое	400 – 700	50%
Инфракрасное (тепловое)	700 – 4000	49%

Видимый свет – 50% солнечной энергии – фотосинтетически активная радиация, необходимая для фотосинтеза.

Ультрафиолет – губителен, задерживается озоновым слоем почти полностью.

Инфракрасное излучение – обладает наименьшим уровнем энергии и создаёт тепло.

Солнечная радиация (свет)

Распределение солнечного излучения в атмосфере:

- отражение атмосферой в космическое пространство – 42%,
- поглощение атмосферой (нагрев) – 15%,
- достигает поверхности Земли, поступая в распоряжение биосферы – 43% (прямая радиация – 27%, рассеянная радиация – 16%)

Солнечная радиация (свет)

Видимый свет обеспечивает протекание важных экологических процессов:

фотосинтез – образование органического вещества зелеными растениями (энергетическое значение света),

транспирация – испарение воды листьями, что обеспечивает восходящий поток воды (и растворенных минеральных веществ) от корней к листьям (энергетическое значение света),

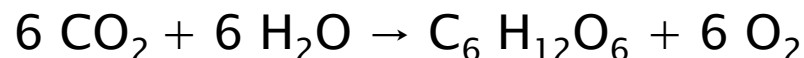
фотопериодизм – осуществление биологических ритмов (суточных, сезонных), как реакция организмов на длину дня (сигнальное или регулирующее значение света),

- **зрение** у животных – обеспечение активного образа жизни (информационное значение света)

ФОТОСИНТЕЗ

ФОТОСИНТЕЗ – это процесс превращения энергии солнечного света в химическую энергию новообразованных органических соединений.

Балансовое уравнение фотосинтеза (суммарное отражение сложных биохимических процессов в клетках фотоавтотрофных организмов):



Ключевое место в трансформации световой энергии при фотосинтезе играет зеленый фотопигмент *хлорофилл*.

Температура

Температура влияет на скорость многих физических и химических реакций в клетках живых организмах.

Пределы выносливости живых организмов в целом по температуре составляют от 0°C до +50°C.

Для разных организмов оптимальные диапазоны температуры разные – теплолюбивые и холодолюбивые организмы.

Организмы приспособлены к суточным и сезонным колебаниям температуры.

Вода

Все живые организмы содержат воду (от 5 % от массы тела в сухих лишайниках до 98 % в водных организмах).

Все биохимические процессы в организме протекают только в водной среде при участии растворенных форм веществ.

Вода – это основной компонент внутренней среда организмов, а также и среда обитания водных организмов.

Из всех жидких и твердых веществ у воды наибольшая удельная теплоемкость, что обеспечивает высокую стабильность температуры внутренней среды организмов и среды обитания гидробионтов.

Влажность и осадки

В наземной среде значительное влияние на водный обмен оказывает

влажность – содержание влаги в воздухе в виде водяного пара.

Используют два параметра: **абсолютная** и **относительная влажность**.

Адаптация организмов к различным уровням влажности определяет распределение и численность организмов Земли разных природных зон.

Осадки – выпадающая из облаков вода в жидком и твердом состоянии.

Формы осадков: *дождь, снег, град, морось, роса, иней*.

Атмосферные газы

Наиболее экологически значимые газообразные вещества – кислород и углекислый газ.

Кислород – необходим для дыхания всех организмов и микробного разложения органического вещества. В атмосфере и гидросфере свободный кислород образуется выделяется растениями в процессе фотосинтеза.

Углекислый газ – необходим растениям как источник углерода для формирования органического вещества в процессе фотосинтеза. Образуется в большом количестве в процессе дыхания всех организмов.

ЭКОЛОГИЯ

Мошаров Сергей Александрович

кандидат биологических наук
доцент кафедры Э-9
МГТУ им. Н.Э. Баумана

Лекция 6 Биогеохимические циклы

Биогеохимические циклы

Биогеохимические циклы (биогеохимические круговороты)

– циклические процессы обмена веществ между различными компонентами биосферы, обусловленные жизнедеятельностью организмов.

Процессы обмена включают в себя преобразование и перемещение веществ в природе.

«био» относится к живым организмам,

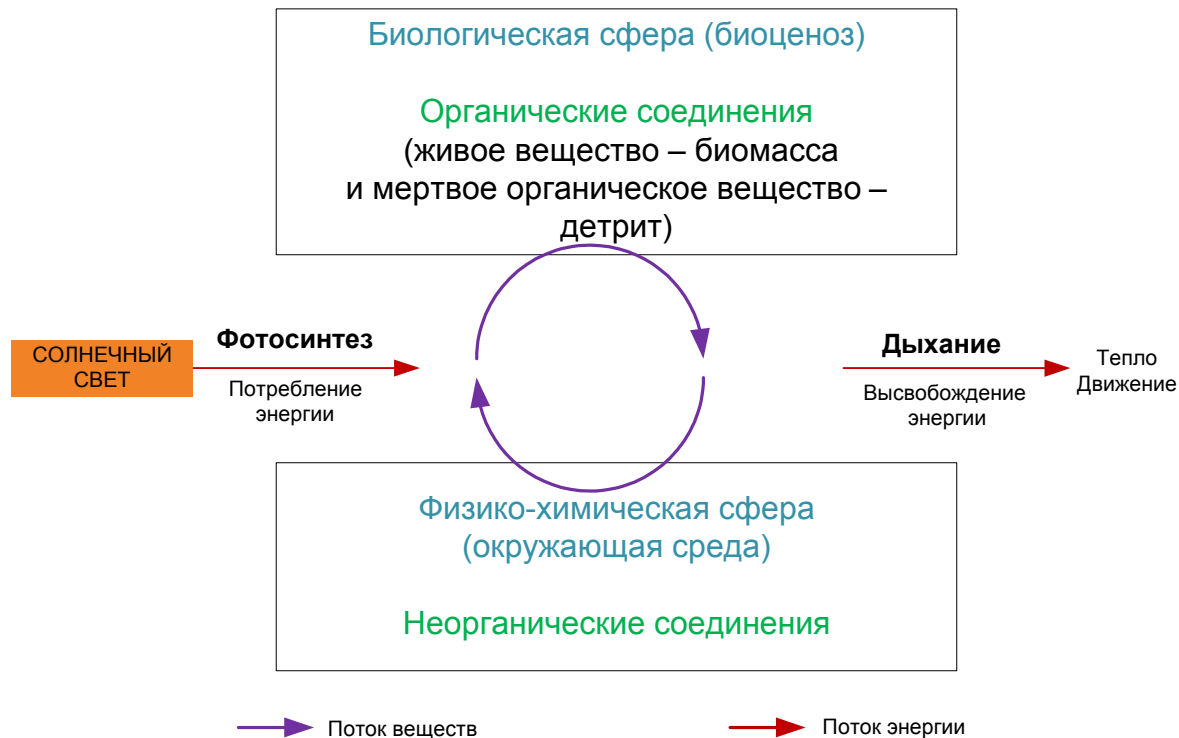
«гео» относится к косным веществам и окружающей среде.

В результате все химические элементы входят то в состав органических веществ (живое вещество), то в состав неорганических веществ (неживое, косное вещество).

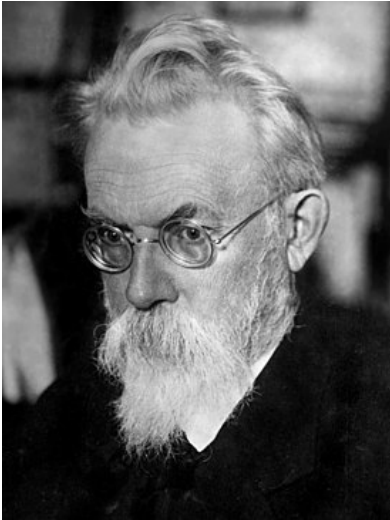
Биогеохимические циклы

В процессе жизнедеятельности организмов различные химические элементы из окружающей среды избирательно **поглощаются** и **накапливаются** в живом веществе (биомассе), **трансформируются** и **выводятся** во внешнюю среду.

Скорость и направления движения элементов в БГХ-циклах определяются потоками энергии в экосистеме.



Биогеохимические циклы



Термин «биогеохимия» предложен русским ученым В.И. Вернадским (1863-1945 гг.). Он является основателем научной дисциплины «Биогеохимия».

Под его руководством была создана первая биогеохимическая лаборатория (ныне [Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН](#)).

Биогеохимия — раздел геохимии, изучает геохимические процессы, протекающие в биосфере Земли при участии живых организмов.

Биогеохимические циклы

В круговоротах любых химических элементов и веществ различают две части или два «фонда»:

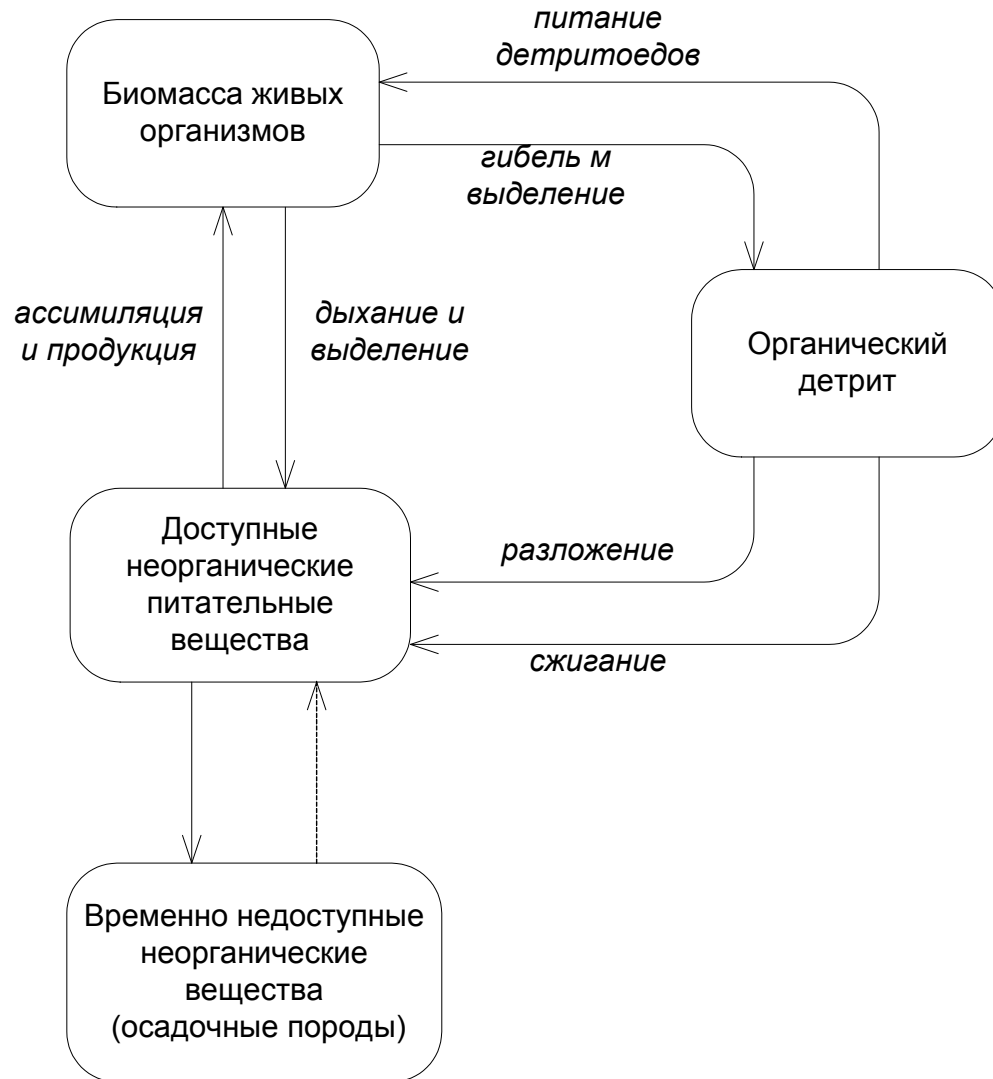
- 1) *обменный (подвижный) фонд* – масса элемента (или вещества), которая участвует в быстром обмене между организмами и средой обитания.
- 2) *резервный фонд* – большая масса элемента (или вещества), которая медленно движется в биогеохимическом цикле.

Например, в цикле углерода резервным фондом является атмосфера и океан.

Биогеохимические циклы подразделяют на два типа:

- 1) круговорот газообразных веществ *с резервным фондом в атмосфере* или гидросфере (океане) [*более устойчивые циклы*];
- 2) осадочный цикл *с резервным фондом в земной коре* [*менее устойчивые циклы*].

Блочная модель экосистемы в биогеохимических циклах



В круговоротах минеральных веществ в экосистеме участвуют три активных блока:

- живые организмы,
- мертвое органическое вещество (детрит),
- доступные неорганические соединения в среде.

Блочная модель экосистемы в биогеохимических циклах

Доступные
неорганические
соединения в среде

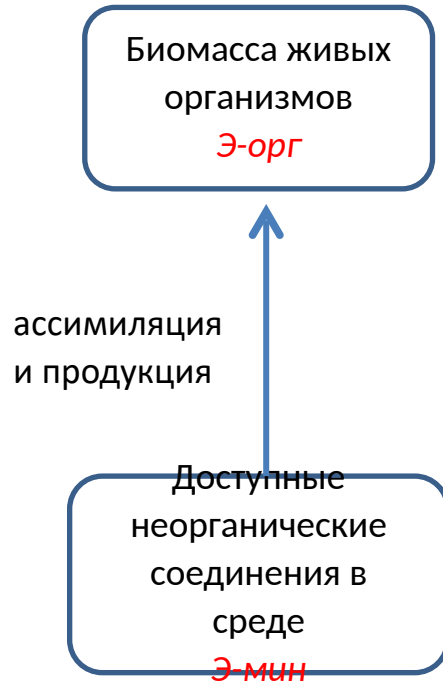
Э-мин

В круговоротах минеральных веществ в экосистеме участвуют три активных блока:

- живые организмы,
- мертвое органическое вещество (детрит),
- доступные неорганические соединения в среде.

Э-мин — элемент в составе неорганического вещества,
Э-орг — элемент в составе органического вещества.

Блочная модель экосистемы в биогеохимических циклах



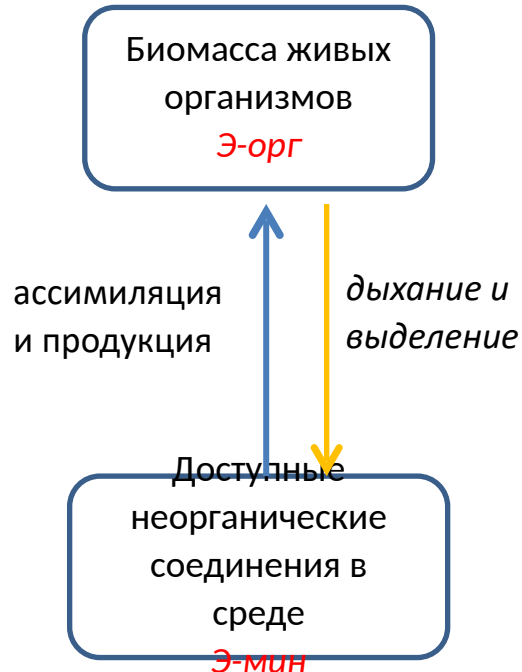
Неорганические соединения используют для синтеза органических веществ в основном растения.

В круговоротах минеральных веществ в экосистеме участвуют три активных блока:

- живые организмы,
- мертвое органическое вещество (детрит),
- доступные неорганические соединения в среде.

Э-мин — элемент в составе неорганического вещества,
Э-орг — элемент в составе органического вещества.

Блочная модель экосистемы в биогеохимических циклах



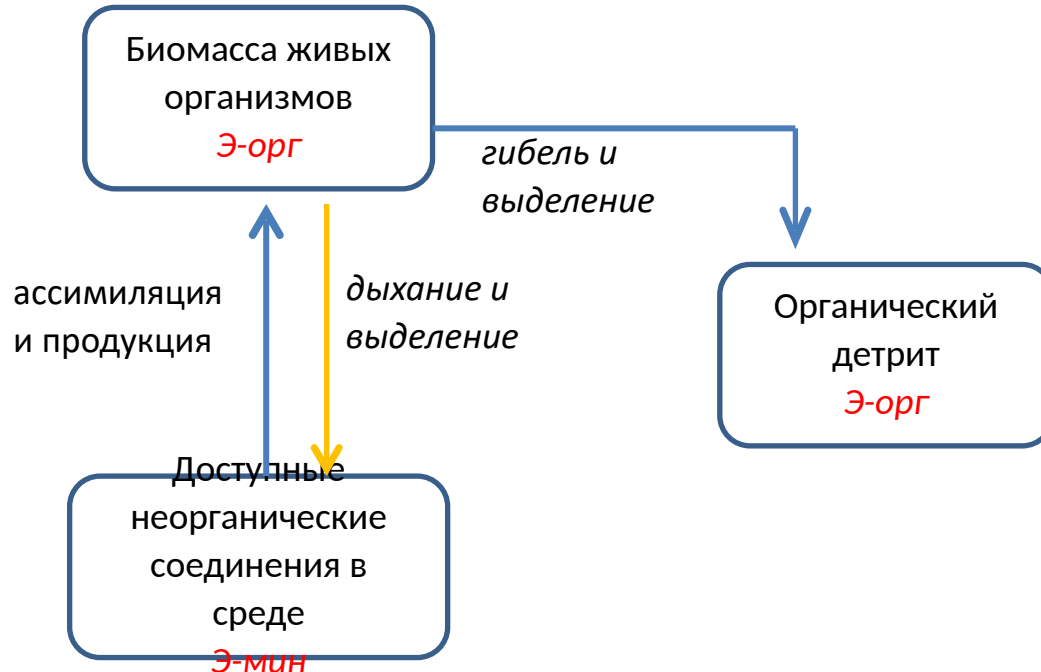
Неорганические соединения используют для синтеза органических веществ в основном растения.

В круговоротах минеральных веществ в экосистеме участвуют три активных блока:

- живые организмы,
- мертвое органическое вещество (детрит),
- доступные неорганические соединения в среде.

Э-мин — элемент в составе неорганического вещества,
Э-орг — элемент в составе органического вещества.

Блочная модель экосистемы в биогеохимических циклах

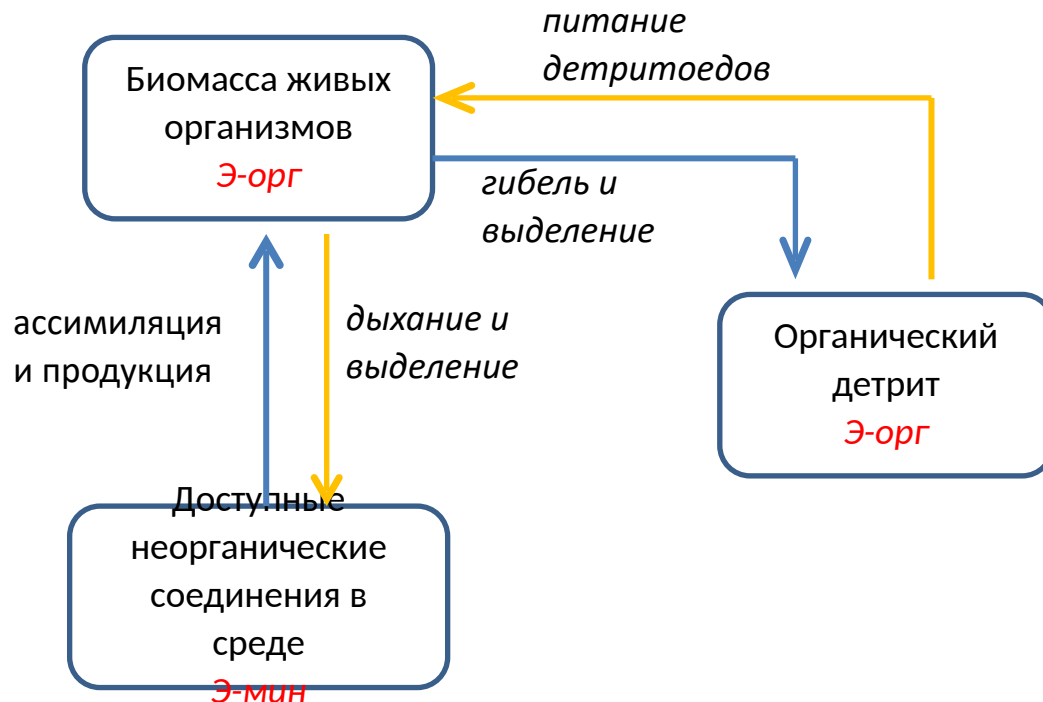


В круговоротах минеральных веществ в экосистеме участвуют три активных блока:

- живые организмы,
- мертвое органическое вещество (детрит),
- доступные неорганические соединения в среде.

Э-мин — элемент в составе неорганического вещества,
Э-орг — элемент в составе органического вещества.

Блочная модель экосистемы в биогеохимических циклах

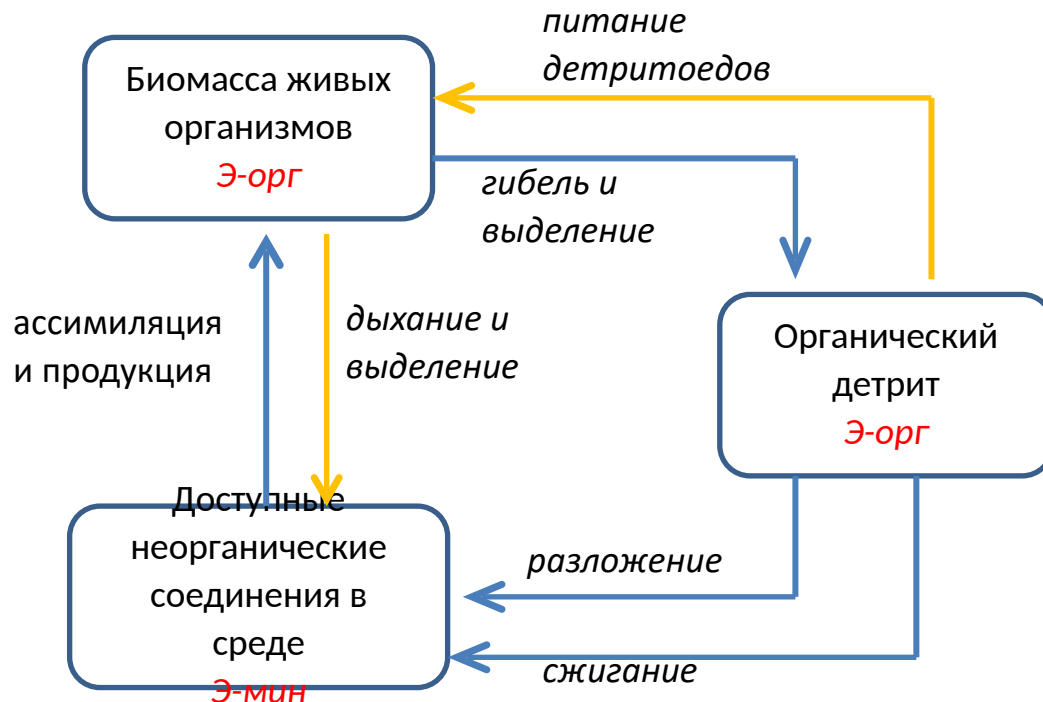


В круговоротах минеральных веществ в экосистеме участвуют три активных блока:

- живые организмы,
- мертвое органическое вещество (детрит),
- доступные неорганические соединения в среде.

Э-мин — элемент в составе неорганического вещества,
Э-орг — элемент в составе органического вещества.

Блочная модель экосистемы в биогеохимических циклах

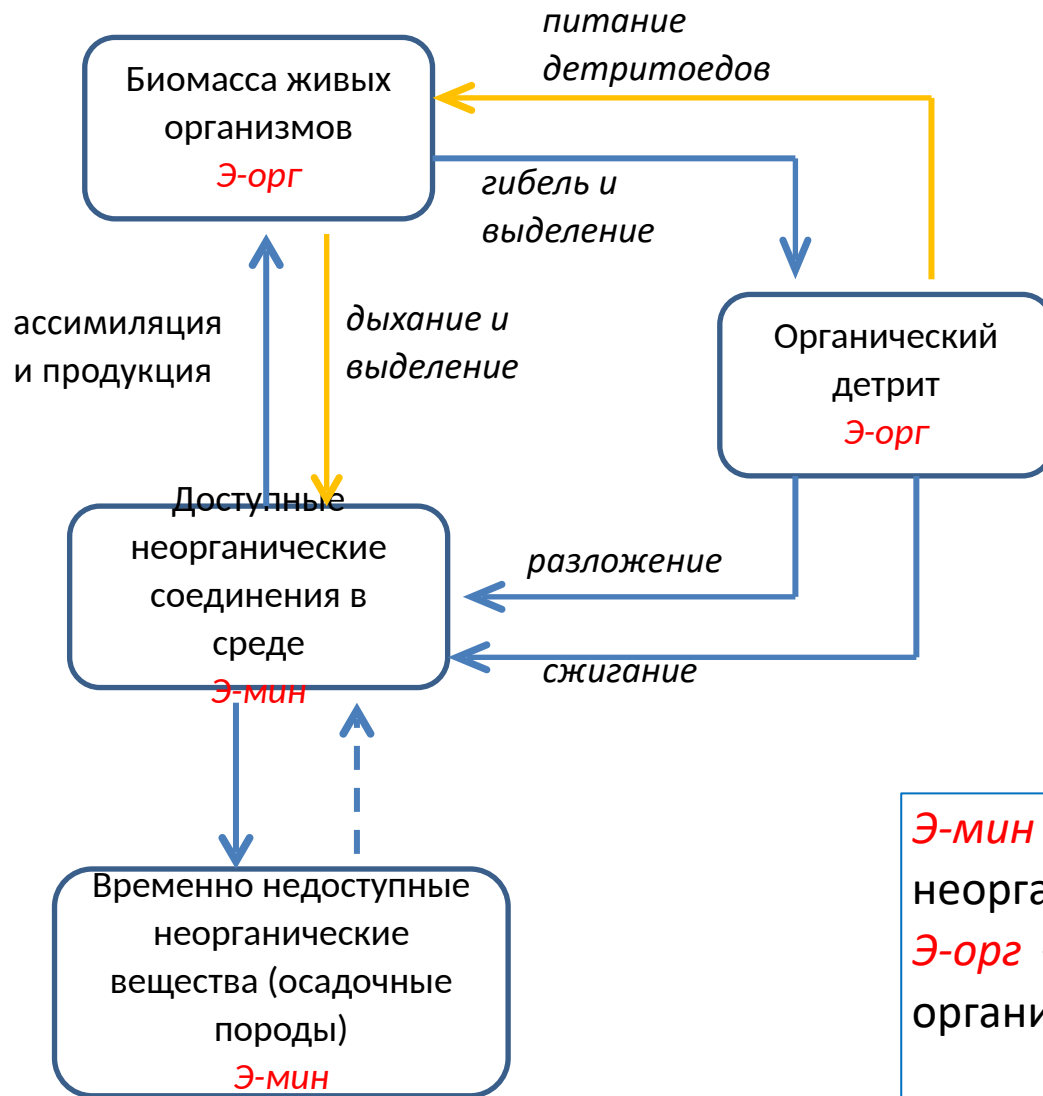


В круговоротах минеральных веществ в экосистеме участвуют три активных блока:

- живые организмы,
- мертвое органическое вещество (детрит),
- доступные неорганические соединения в среде.

Э-мин — элемент в составе неорганического вещества,
Э-орг — элемент в составе органического вещества.

Блочная модель экосистемы в биогеохимических циклах



В круговоротах минеральных веществ в экосистеме участвуют три активных блока:

- живые организмы,
- мертвое органическое вещество (детрит),
- доступные неорганические соединения в среде.

Э-мин – элемент в составе неорганического вещества,
Э-орг – элемент в составе органического вещества.

Биогеохимические циклы

Для нормального существования большинства экосистем и организмов наибольшее значение имеют круговороты таких элементов, как кислород, водород, углерод, азот, сера, фосфор, входящие в состав любого живого вещества.

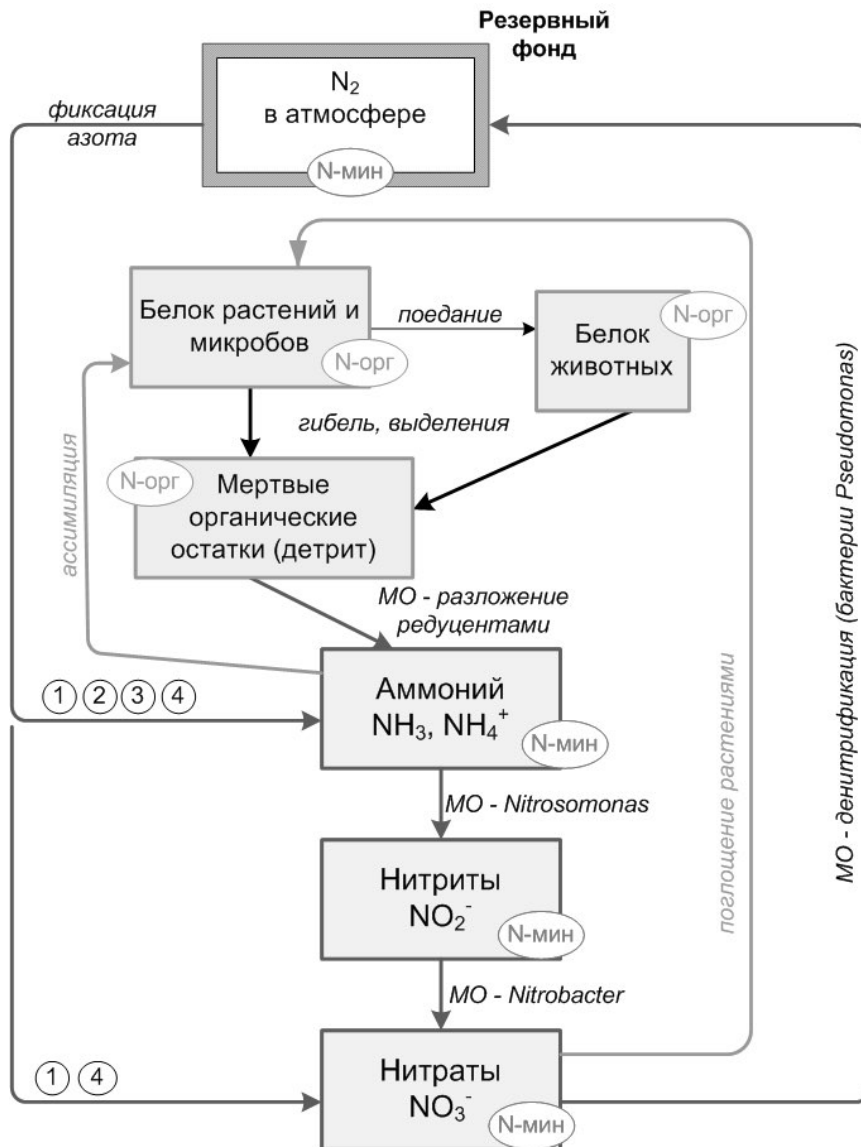
БГХ-цикл азота – пример сложного и сбалансированного цикла газообразного вещества.

БГХ-цикл фосфора – пример осадочного с менее совершенной регуляцией круговорота.

БГХ-цикл серы – пример функциональной связи между атмосферой, водой и земной корой, т.к. сера активно циркулирует в каждом из этих резервуаров и между ними.

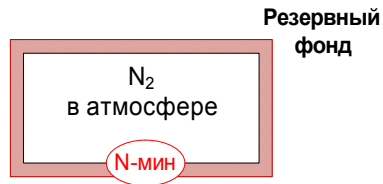
В круговоротах азота и серы ключевую роль играют **микроорганизмы**.

Биогеохимический цикл азота



Азот входит в состав белков и аминокислот – важнейших биоорганических молекул, формирующих структуру клеток и определяющих их функционирование и наследование. Поэтому активность и сбалансированность БГХ-цикла азота крайне важна для нормального существования экосистем.

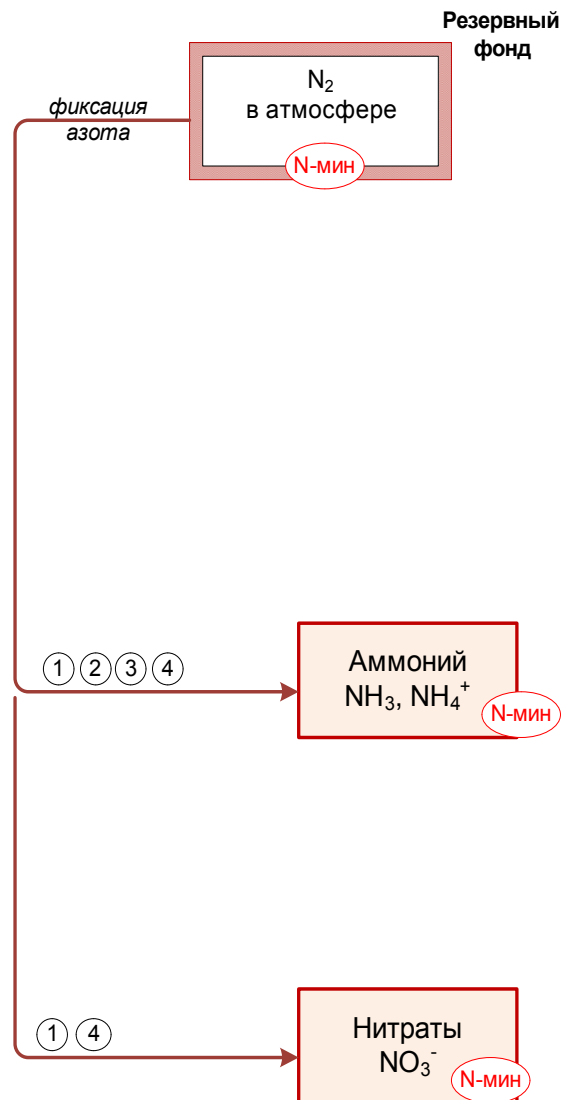
Биогеохимический цикл азота



Основной источник и резервуар (резервный фонд) азота – атмосфера.

Большинство организмов в биосфере не могут непосредственно использовать газообразный молекулярный азот (N₂).

Биогеохимический цикл азота



Основной источник и резервуар (резервный фонд) азота – атмосфера.

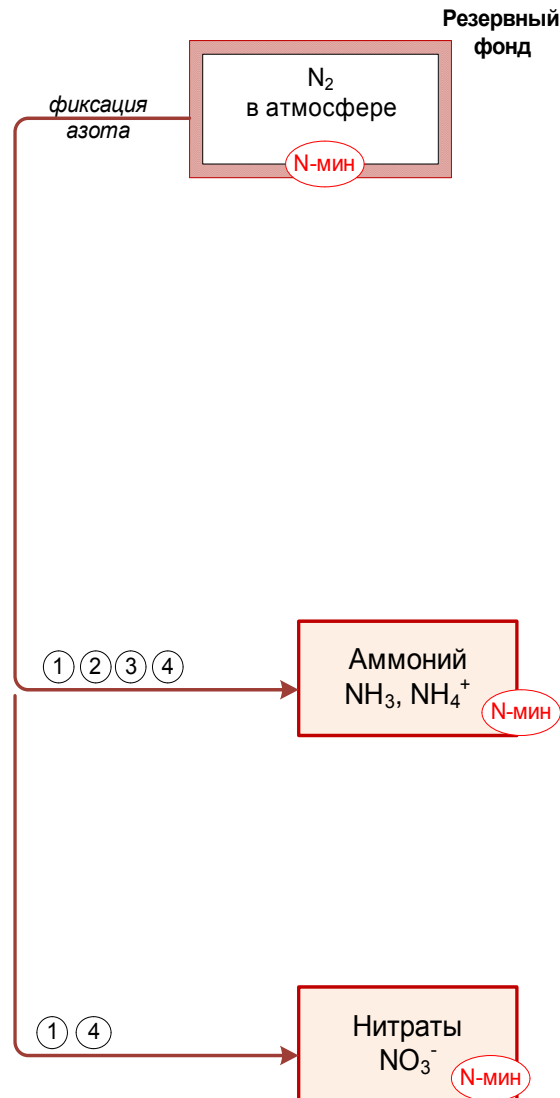
Большинство организмов в биосфере не могут непосредственно использовать газообразный молекулярный азот (N₂).

Растения усваивают азот только в составе нитрат-ионов (NO₃⁻) либо ионов аммония (NH₄⁺).

Нитрат-ионы образуются в результате следующих физико-химических и биологических процессов, обозначенных на схеме:

- ① промышленная фиксация
- ② симбиотические бактерии (клубеньковые) Rhizobium
- ③ свободноживущие бактерии Azotobacter
- ④ Физические факторы (молнии)

Биогеохимический цикл азота



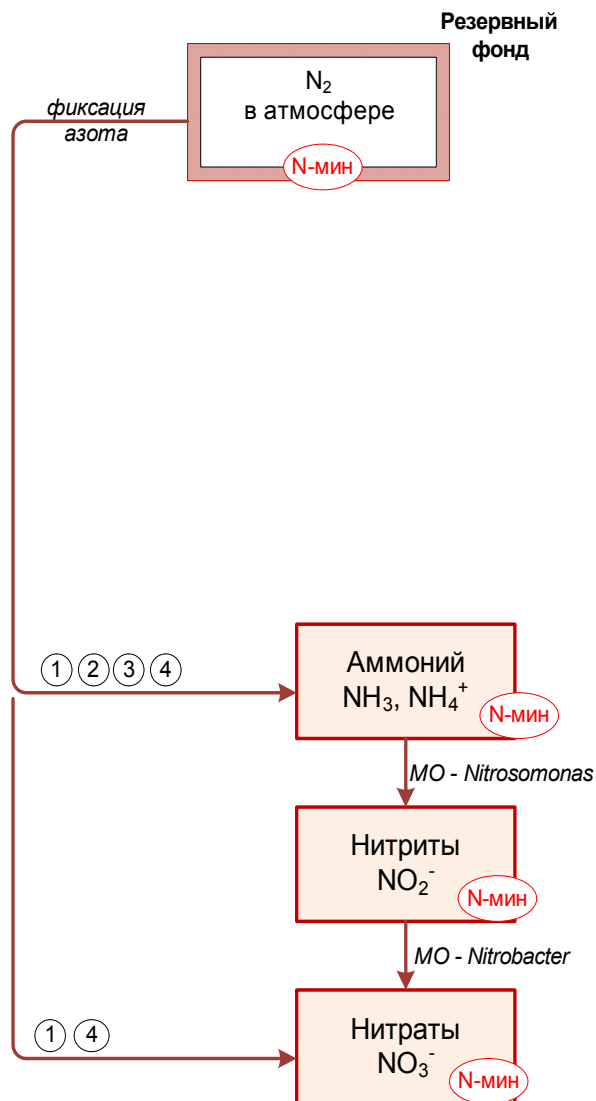
Симбиотические (клубеньковые) бактерии

Симбиоз клубеньковых бактерий и бобовых растений - пример важной экологической роли симбиоза.

Бобовые растения создают благоприятные условия для бактерий, которые осуществляют энергозатратный процесс фиксации атмосферного азота в виде нитратов и аммония. Эти формы азота доступны как хозяевам (бобовым растениям), так и другим растениям в данной экосистеме.

- ① промышленная фиксация
- ② симбиотические бактерии (клубеньковые) Rhizobium
- ③ свободноживущие бактерии Azotobacter
- ④ Физические факторы (молнии)

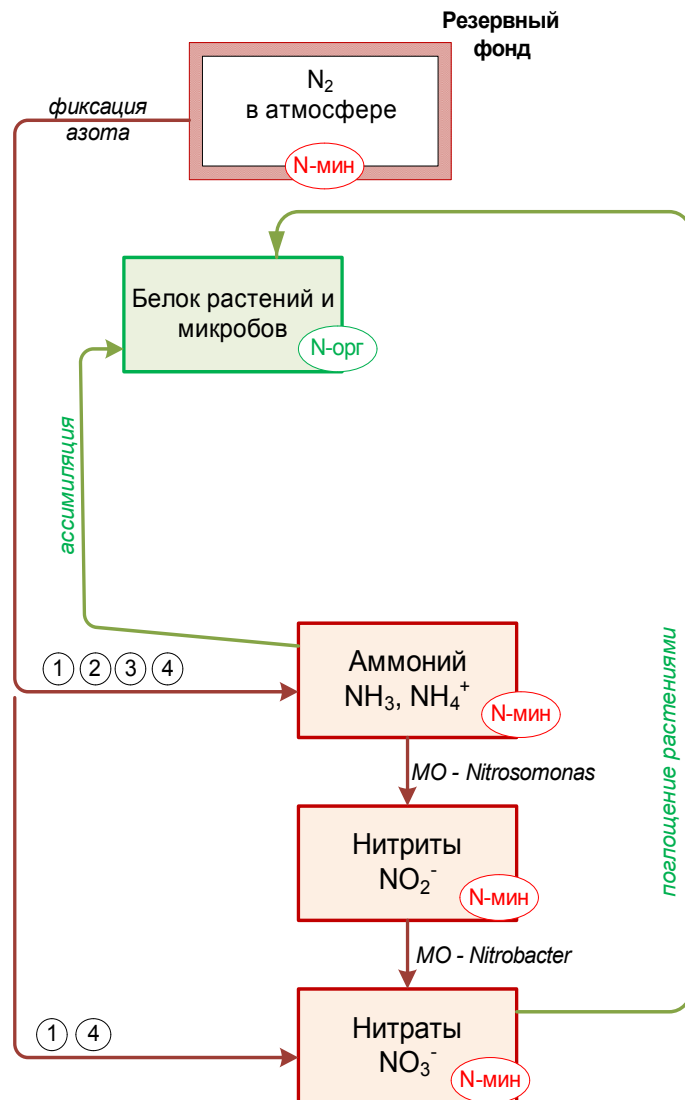
Биогеохимический цикл азота



В почвенной или в водной среде происходит микробиологическое окисление аммония до нитрит-ионов и далее до нитрат-ионов. Каждый процесс осуществляется при участии определенных групп бактерий.

- ① промышленная фиксация
- ② симбиотические бактерии (клубеньковые) *Rhizobium*
- ③ свободноживущие бактерии *Azotobacter*
- ④ Физические факторы (молнии)

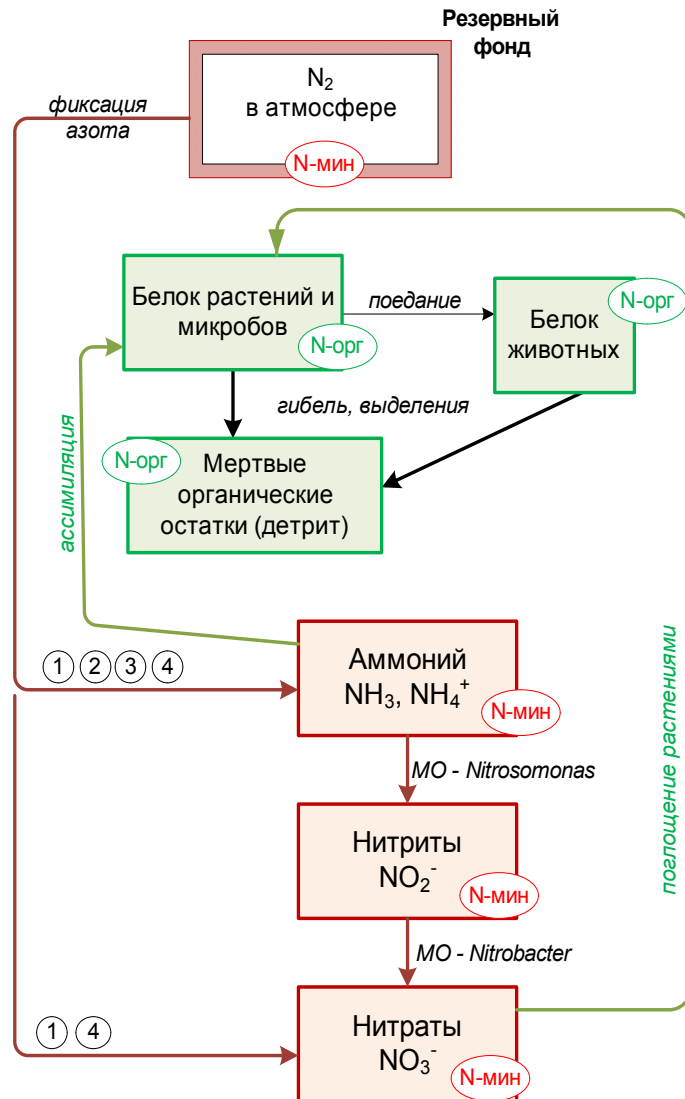
Биогеохимический цикл азота



Растения поглощают ионы аммония или нитрат-ионы в виде растворов из окружающей среды и в процессе фотосинтеза образуют органические вещества, содержащие в том числе и азот (N-орг).

- ① промышленная фиксация
- ② симбиотические бактерии (клубеньковые) Rhizobium
- ③ свободноживущие бактерии Azotobacter
- ④ Физические факторы (молнии)

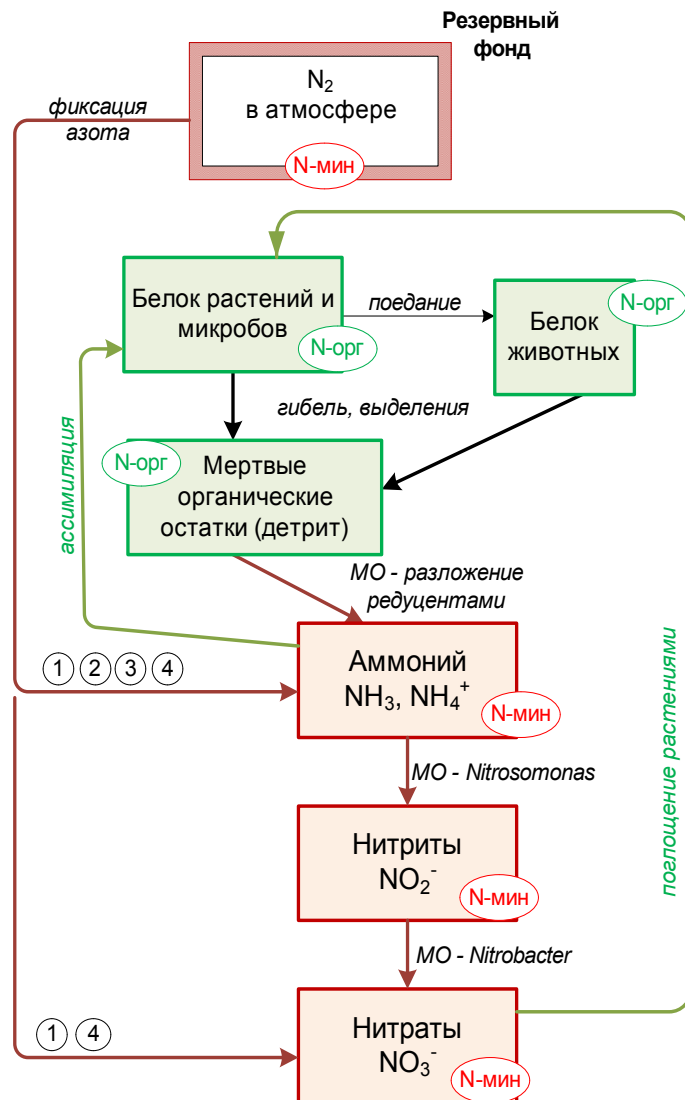
Биогеохимический цикл азота



Животные могут поглощать азот только в составе органических веществ растительного или животного происхождения по типичным пищевым цепям.

- ① промышленная фиксация
- ② симбиотические бактерии (клубеньковые) *Rhizobium*
- ③ свободноживущие бактерии *Azotobacter*
- ④ Физические факторы (молнии)

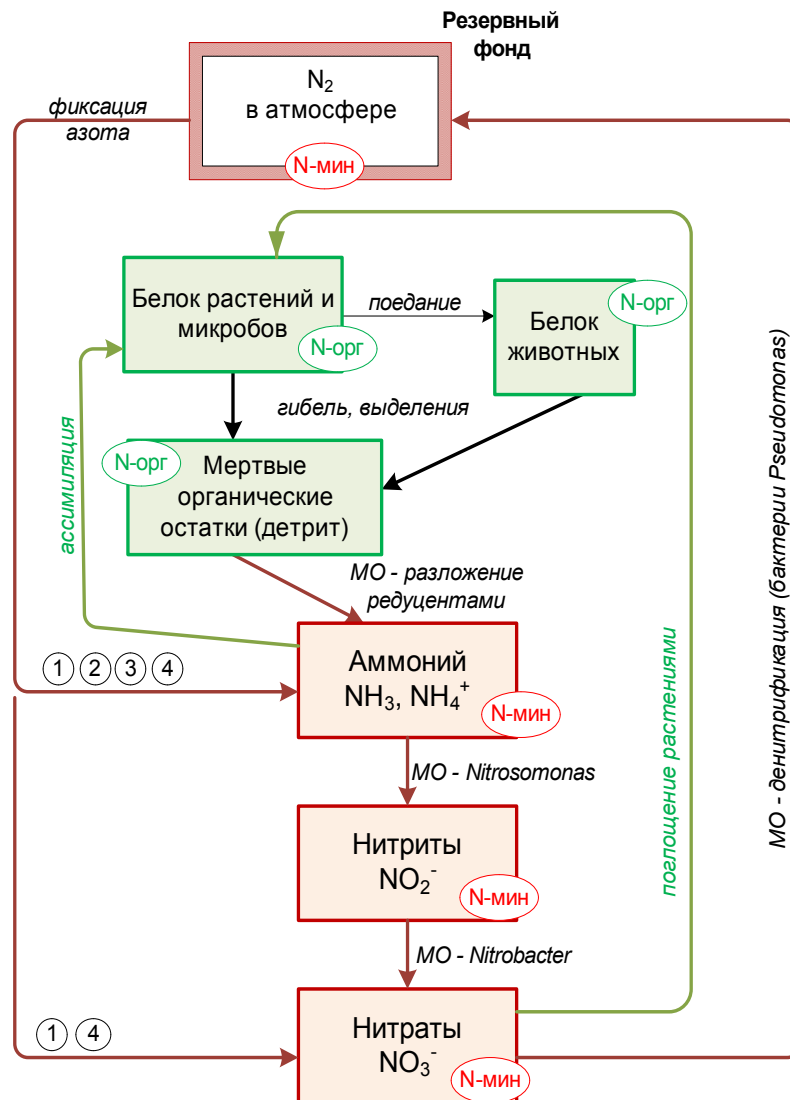
Биогеохимический цикл азота



В почве или воде проходят процессы аммонификации (разложения органического вещества с образованием ионов аммония) при непосредственном участии микроорганизмов.

- ① промышленная фиксация
- ② симбиотические бактерии (клубеньковые) Rhizobium
- ③ свободноживущие бактерии Azotobacter
- ④ Физические факторы (молнии)

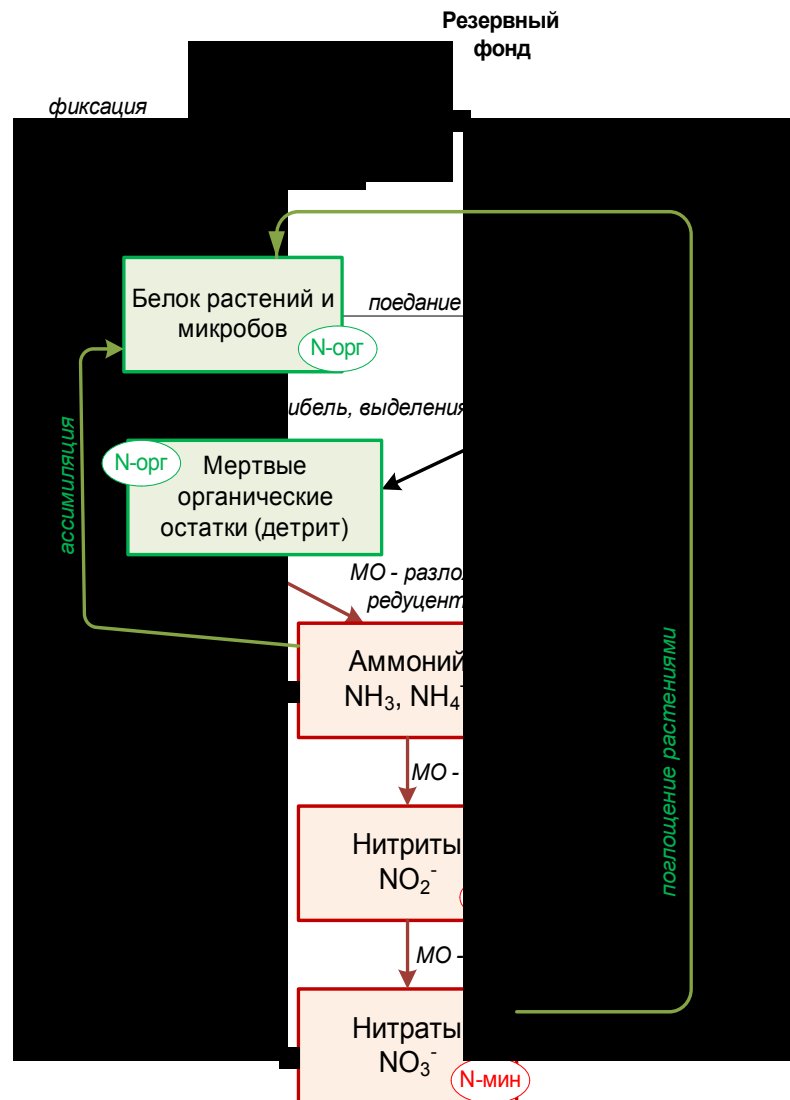
Биогеохимический цикл азота



Возвращение молекулярного азота в атмосферу и замыкание биогеохимического цикла азота происходит в процессе жизнедеятельности *бактерий-денитрификаторов* рода *Pseudomonas*. При этом нитраты восстанавливаются до свободного азота и кислорода в анаэробных условиях.

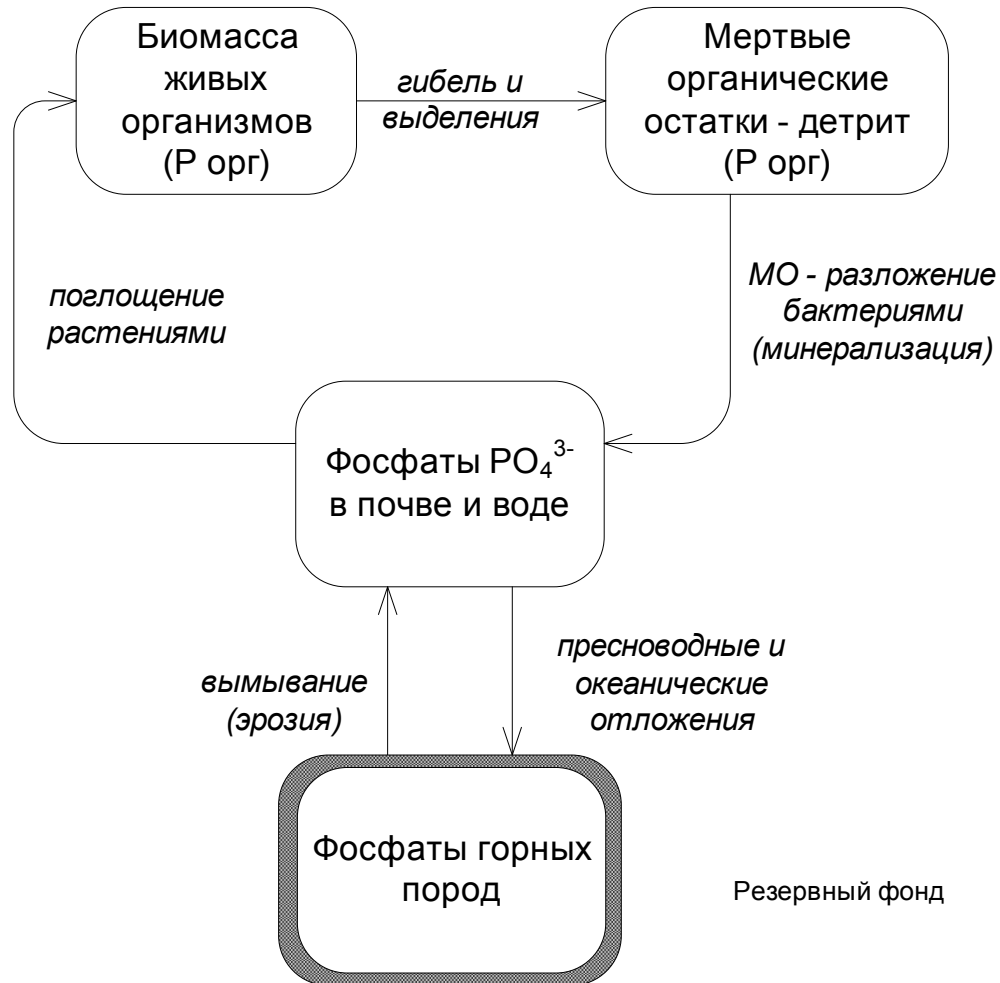
- ① промышленная фиксация
- ② симбиотические бактерии (клубеньковые) Rhizobium
- ③ свободноживущие бактерии Azotobacter
- ④ Физические факторы (молнии)

Биогеохимический цикл азота



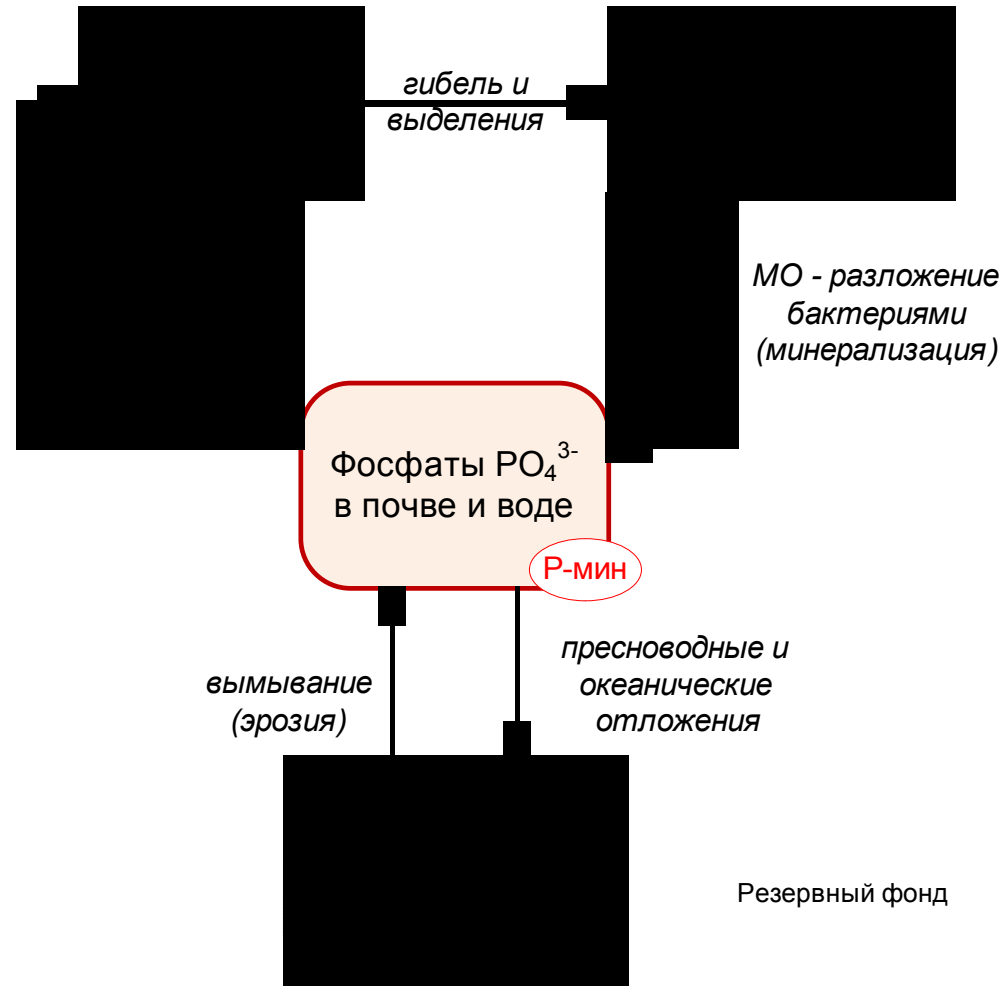
Лишь 10% минерального азота из почвы поглощается растениями и оказывается в распоряжении всех живых организмов, т.е. циркулирует в пределах экосистемы без привлечения резервного фонда.

Биогеохимический цикл фосфора



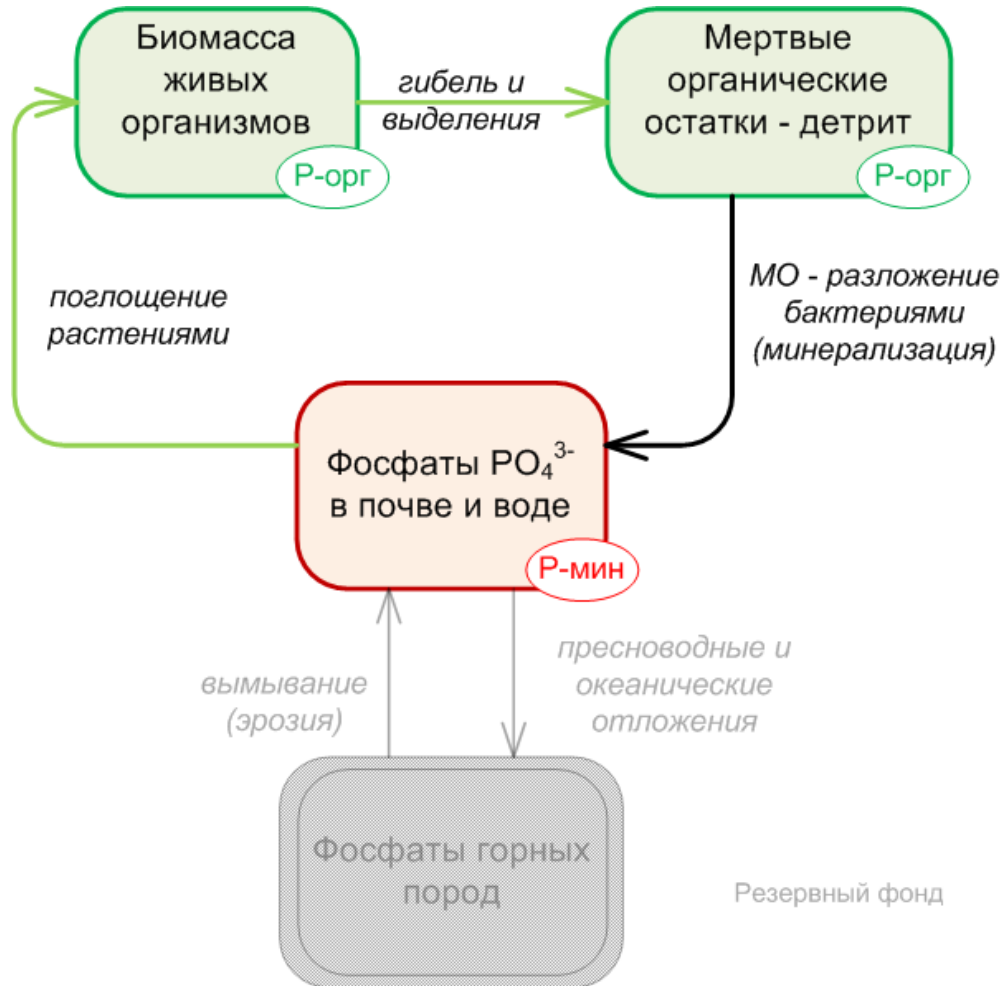
Фосфор входит в состав богатых энергией органических молекул АТФ и АДФ, являющихся универсальными аккумуляторами и переносчиками энергии в клетках растений и животных.

Биогеохимический цикл фосфора



Основным источником фосфора для растений служат фосфат-ионы (PO_4^{2-})

Биогеохимический цикл фосфора

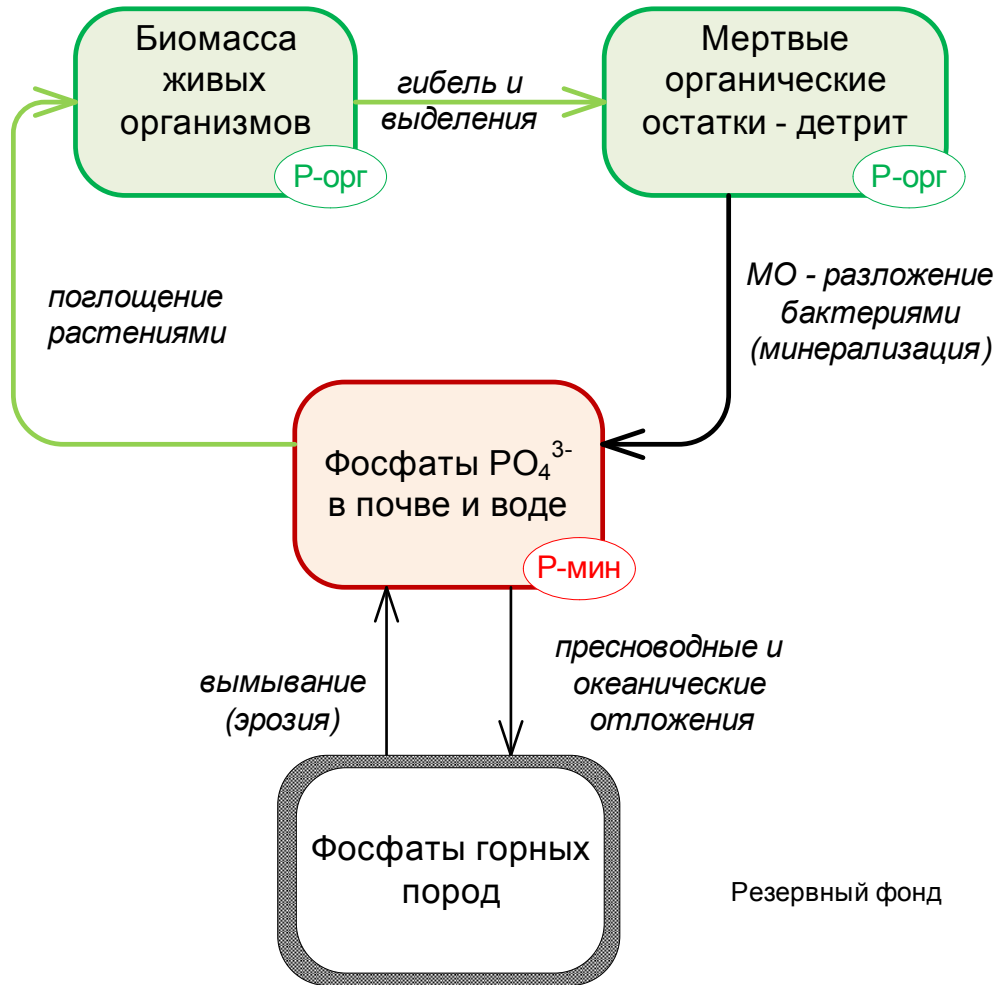


Растения поглощают фосфат-ионы из окружающей среды (почвы или воды) и в процессе биосинтеза включают фосфор в состав органических веществ, образующих биомассу растений.

Животные, поедая растения, получают фосфор в органической форме.

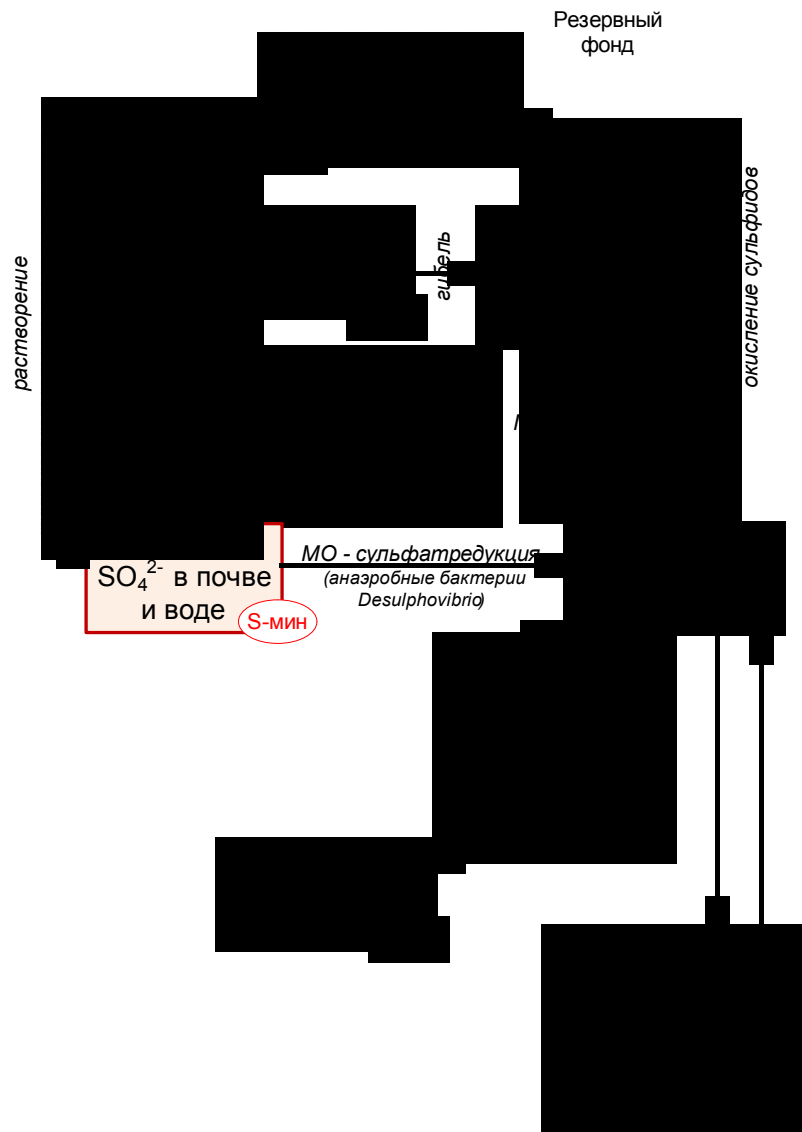
В процессе разложения детрита фосфор постепенно переходит в из органических соединений в фосфаты.

Биогеохимический цикл фосфора



Основные запасы фосфора в биосфере (резервный фонд) содержатся в горных породах. Естественный биогеохимический круговорот фосфора несбалансирован.

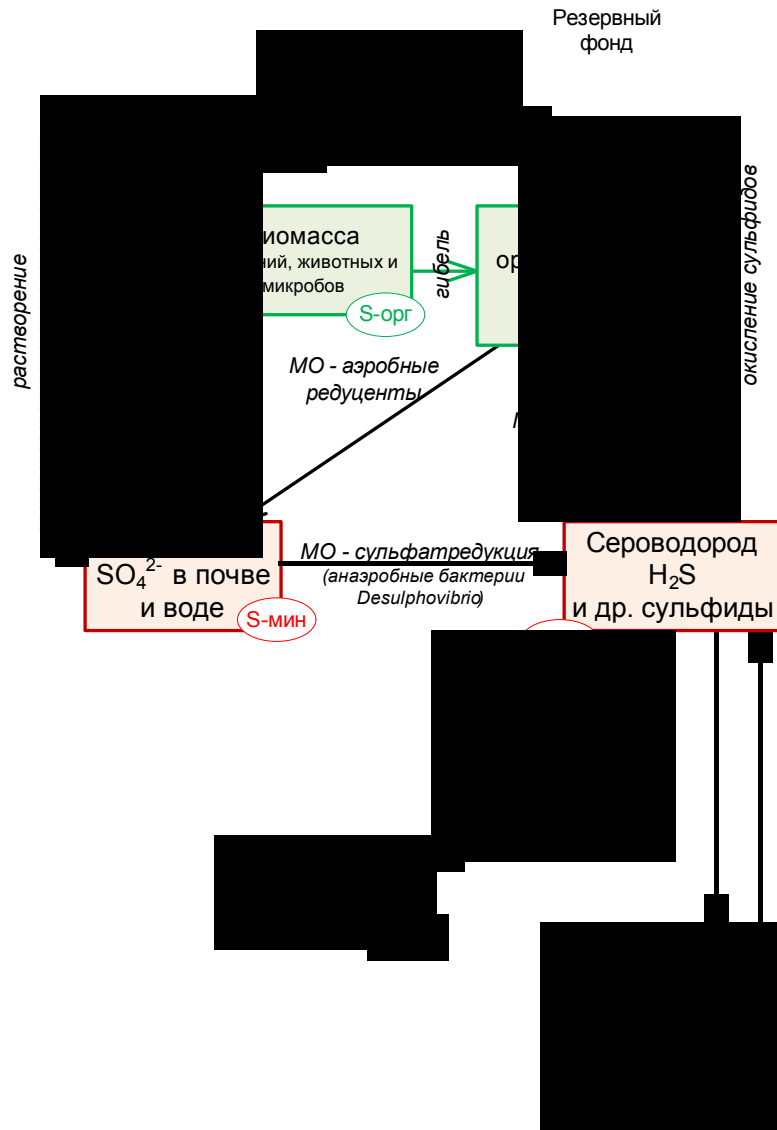
Биогеохимический цикл серы



Сера входит в состав аминокислот и белков.

Основной источник серы, доступный живым организмам (в первую очередь растениям) – сульфаты (SO₄²⁻). Они растворимы в воде и легко доступны для растений.

Биогеохимический цикл серы

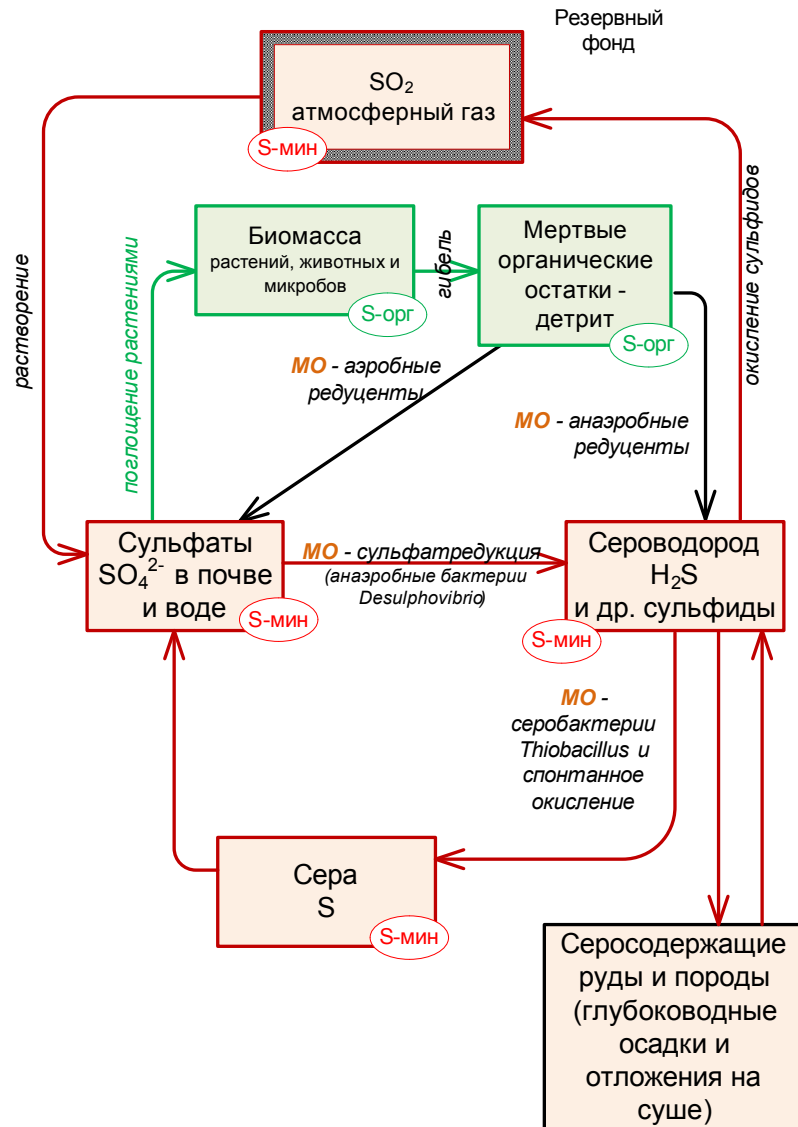


Растения поглощают сульфаты из окружающей среды и в процессе биосинтеза включают серу в органическое вещество (аминокислоты).

Животные, поедая растения, получают серу в органической форме.

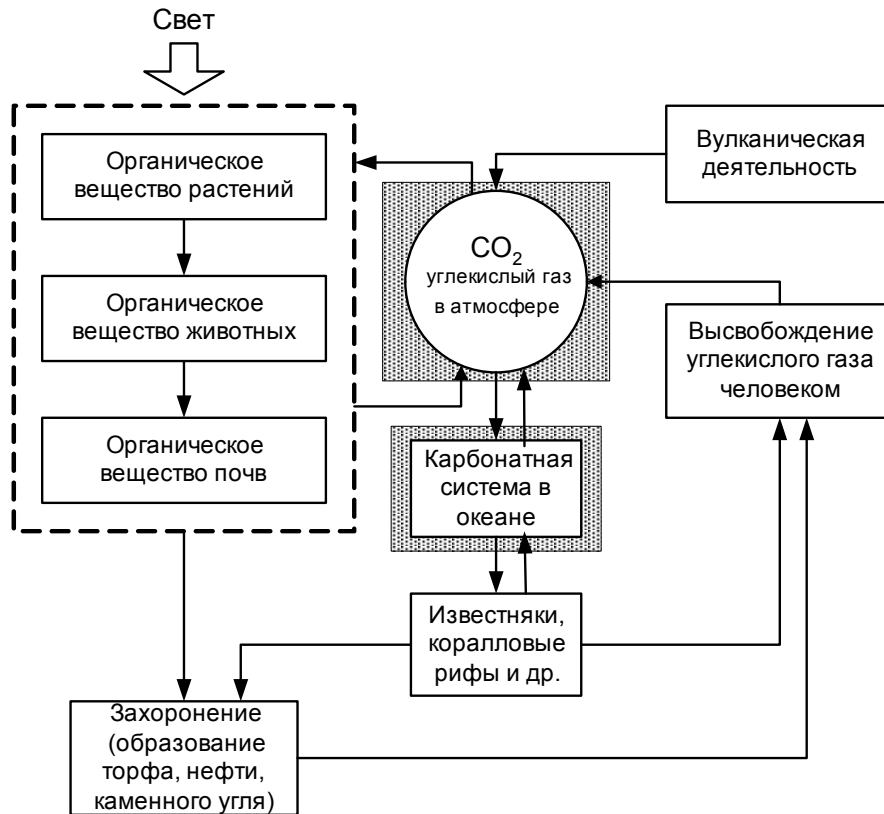
В процессе разложения детрита сера постепенно переходит в из органических соединений в сульфаты (в присутствии кислорода) или в сульфиды (в бескислородных условиях).

Биогеохимический цикл серы



Большинство этапов БГХ-цикла серы проходят при непосредственном участии микроорганизмов (МО)

Биогеохимический цикл углерода



Углерод в качестве важнейшего структурного элемента входит в состав любого органического вещества.

Резервный фонд углерода в биосфере - карбонаты (известняк) и подвижная форма – углекислый газ (CO₂) в атмосфере и океане.

93% углекислого газа находится в океане.

В океане существует *карбонатная система* – сумма всех неорганических растворенных соединений углерода (углекислый газ CO₂, угольная кислота и продукты ее диссоциации)