



БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ

Биосфера

- Понятие *биосфера* ввел в геологию австрийский ученый Э.Зюсс в 1875 г. Классифицируя оболочки Земли, он выделил в них ту область, где существует жизнь. Эта область охватывает верхние слои литосферы, всю гидросферу и нижние слои атмосферы.

Учение о биосфере

- связано с именем крупного отечественного ученого, геохимика В.И. Вернадского. Он впервые представил биосферу не только как место пребывания жизни, но и как полностью преобразованную ею часть планеты. Основная идея учения В.И. Вернадского о биосфере — признание жизни мощной и активной силой, не только сравнимой по результатам своего воздействия с явлениями геологическими, но и превосходящей их по ряду величин.

В.И. Вернадский

- «Я буду называть живым веществом, — писал он, — совокупность живых организмов, выраженную в весе, в химическом составе, в мерах энергии и характере пространства... Прилагая новую мерку изучения жизни, совершенно отличную от обычной, мы подходим к явлениям и перспективам, до сих пор невиданным. Сложный эффект мельчайших явлений, не привлекавших до сих пор внимания в биологических науках, принимает неожиданные размеры».

Биосфера- глобальная экосистема.

- Это область земного шара, которая охвачена жизнью и изменена ее влиянием.
- биосферу следует рассматривать как самую крупную, глобальную, экосистему, поддерживающую себя круговоротом веществ и потоком солнечной энергии.

- Все вещество биосферы разделено В.И. Вернадским на четыре категории: *косное, живое, биогенное и биокосное.*

- ***Косное*** — это совокупность тех веществ в биосфере, в образовании которых живые организмы не участвуют.

- **Биогенное** — создается и перерабатывается живыми организмами. Оно концентрирует в себе мощную потенциальную энергию (угли, нефть, известняки, битумы и др.). После его образования живые организмы в биогенном веществе малодеятельны.

Биокосное

- — особое вещество, создается живыми организмами, представляющими собой системы динамического равновесия. Живые организмы играют ведущую роль в поддержании свойств биокосного вещества. Сюда относятся все природные воды, почвы, кора выветривания. Так, вода, лишенная жизни и ее производных — кислорода, углекислоты и т.п., в условиях земной поверхности является телом химически мало деятельным, инертным.

Важнейшие функции живого вещества в биосфере связывание и запасание солнечной энергии

1. **Энергетическая функция.**
2. **Средообразующая.**
3. **Концентрационная функция.**
4. **Деструктивная функция.**
5. **Транспортная функция**

Важнейшие *функции* живого *вещества* в биосфере по В.И. Вернадскому:

1. ***Энергетическая функция.***

Растения поглощают солнечный свет и насыщают энергией биосферу. Около 10% улавливаемой солнечной энергии используется самими продуцентами, остальная часть по пищевым цепям распределяется по экосистемам биосферы. Некоторое количество энергии консервируется в виде полезных ископаемых (угля, нефти), насыщая энергией земные недра.

Важнейшие *функции* живого *вещества* в биосфере по В.И. Вернадскому:

В энергетической функции иногда выделяют окислительно-восстановительную функцию.

Хемосинтезирующие бактерии, являясь продуцентами, извлекают энергию из окислительно-восстановительных реакций неорганических соединений.

Серобактерии получают энергию, окисляя сероводород, а железобактерии — двухвалентное железо до трехвалентного.

Нитрифицирующие бактерии окисляют соединения аммония до нитритов и нитратов. Именно в расчете на работу бактерий на поля вносят в качестве удобрения соединения аммония, сами по себе эти соединения не усваиваются растениями.

Важнейшие *функции* живого *вещества* в биосфере по В.И. Вернадскому:

2. Средообразующая.

Живые существа формируют почву, поддерживают состав атмосферы и гидросферы.

Благодаря деятельности маленьких байкальских рачков, трижды в год процеживающих всю воду озера, Байкал славится своей чистой водой. Двустворчатые моллюски Волгоградского водохранилища, дважды в месяц профильтровывая полный его объем — 35 км³, осаждают на грунт с апреля по ноябрь более 29 млн. т взвеси.

Важнейшие *функции* живого *вещества* в биосфере по В.И. Вернадскому:

3. Концентрационная функция.

Живые существа концентрируют в своих организмах различные химические элементы, рассеянные в биосфере. Активнейшими концентраторами являются микроорганизмы.

До 90% почвенного азота — результат "*труда*" синезеленых. Из бактерий одни концентрируют железо, другие — марганец, третьи — серебро. Бактерии способны увеличивать содержание: железа — в 650 тыс. раз, марганца — в 120 тыс. раз, ванадия — в 420 тыс. раз.

Эта удивительная способность позволила ученым предположить, что сообщества бактерий вносят существенный вклад в формирование месторождений металлов.

Важнейшие *функции* живого *вещества* в биосфере по В.И. Вернадскому:

Германий и селен в некоторых странах добывают из растений. В водоросли фукус накапливается титана в 10 тыс. раз больше, чем в окружающей морской воде.

Каждая тонна бурых водорослей содержит несколько килограммов йода.

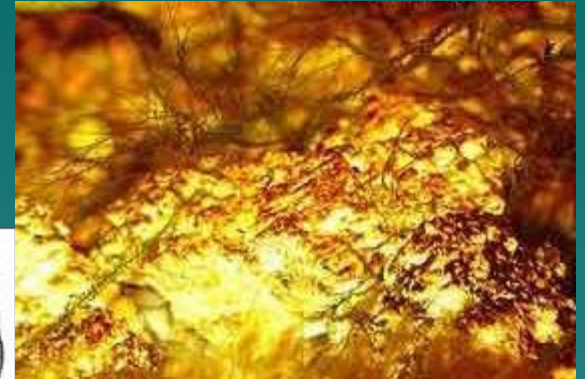
Австралийский шелковистый дуб концентрирует алюминий, один из видов американского дуба — медь, сосна накапливает бериллий, береза — стронций и барий, лиственница — марганец и ниобий, а черемуха, осина и пихта — торий.

Золото *"собирают"* дуб, кукуруза, хвощ, бурые и красные водоросли, а в 1 т золы полыни может содержаться до 85 г этого драгоценного металла. Моллюски концентрируют никель, осьминоги — медь, медузы — цинк и алюминий.

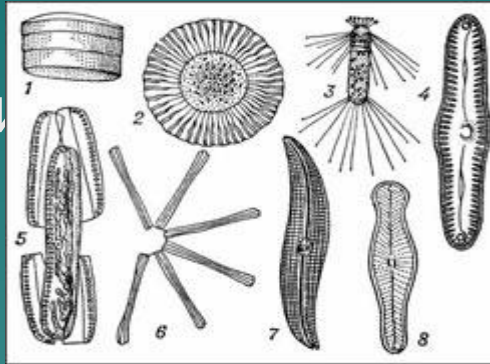
концентрационная

функция - организмы накапливают в своих телах многие химические элементы,

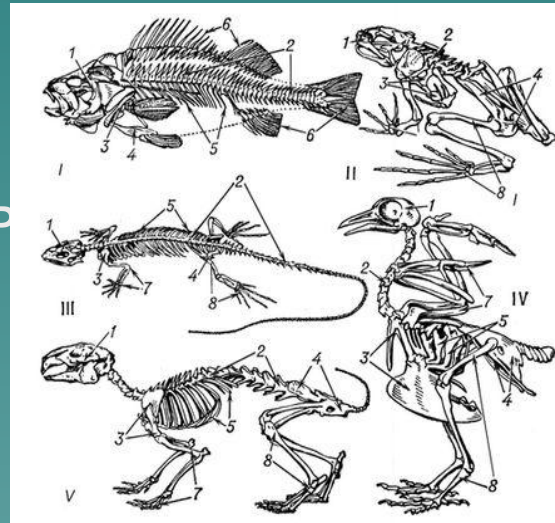
концентраторами кремния
являются
диатомовые водоросли



йода-
водоросли ламинария,



фосфора —
скелеты позвоночных
животных



- (диатомеи - кремнистые(диатомеи - кремнистые водоросли(диатомеи - кремнистые водоросли) отдел(диатомеи - кремнистые водоросли) отдел водорослей.Одноклеточные одиночные или колониальные(диатомеи - кремнистые водоросли) отдел водорослей.Одноклеточные одиночные или колониальные организмы. Клетки их имеют твердый кремневый панцирь, состоящий из двух половинок – нижней и верхней /
- Размножение делением, а через несколько поколений -половое. Св. 12 тыс. видов, в пресных и морских водах, на сырой почве и т.п. Известны с юрского периода. Существование стробил диатомовых

Важнейшие *функции* живого *вещества* в биосфере по В.И. Вернадскому:

4. Деструктивная функция.

При активном участии живых существ идет минерализация органических остатков, выветривание горных пород.

Синезеленые водоросли, бактерии, грибы и лишайники выделяют серную, азотную, угольную, а также органические кислоты, разрушающие твердые породы. Корни деревьев и растений тоже выделяют разъедающие соединения. Существуют бактерии, разрушающие стекло и даже золото.

Важнейшие *функции* живого *вещества* в биосфере по В.И. Вернадскому:

5. *Транспортная функция* организмов связана с переносом масс вещества.

Растения втягивают корнями воду и испаряют ее в атмосферу, рыба плывет против течения, роющие существа выбрасывают землю наверх, стада и стаи мигрируют. Вес стаи перелетной саранчи может достигать миллионов тонн.

Разнообразные функции живого вещества позволяют ему проводить грандиозную геологическую работу, формировать облик биосферы, активно участвовать во всех ее процессах.

Важнейшие *функции* живого вещества в биосфере по В.И. Вернадскому:

Роль живых организмов в формировании осадочных пород. Первым этапом образования осадочных пород является выветривание — разрушение литосферы под действием естественных факторов: воздуха, воды, солнца и живых организмов. Корни растений наделены удивительной жизнеспособностью, внедряясь в породу, они разрушают ее. Просачиваясь в образованные корнями трещинки, вода растворяет и уносит вещество. Растворению способствуют содержащиеся в природной воде разъедающие вещества растений. Особенно интенсивно выделяют органические кислоты лишайники. Слизь, образуемая синезелеными и диатомовыми водорослями, превращает в песок минералы, основу которых составляют соединения кремния и алюминия. Физическое выветривание пород сопровождается, таким образом, химическим выветриванием.

За счет отмирания организмов планктона и бентоса ежегодно на дне отлагается около 100 млн. т органогенных известняков (многие известняки химического происхождения, они отлагаются, например, в зоне контакта кислотных и щелочных подземных вод). Отмирая, одноклеточные диатомовые водоросли и радиолярии формируют кремнийсодержащие илы, покрывающие сотни тысяч квадратных километров морского дна.

Живые существа вносят существенный вклад в осадконакопление и формирование литосферы.

Почвообразующая роль живых организмов.

В связывании и запасании
солнечной энергии заключается
основная планетарная функция
живого вещества
на Земле.



Биогеохимический цикл

- круговорот химических веществ из неорганической среды через растительные и животные организмы обратно в неорганическую среду с использованием солнечной энергии и энергии химических реакций

Существование подобных круговоротов
создает возможность для саморегуляции

системы (или гомеостаза),
что придает экосистеме устойчивость:

**удивительное постоянство процентного
содержания различных элементов**

Гомеостаз

(греч. ομοιοστάσις: homoios — одинаковый, подобный и stasis — состояние, неподвижность) — способность открытой системы сохранять постоянство своего внутреннего состояния посредством скоординированных реакций, направленных на поддержание динамического равновесия.

Гомеостаз (Н.Ф. Реймерс)

Состояние внутреннего динамического равновесия природной системы, поддерживаемое регулярным возобновлением основных ее структур, вещественно-энергетического состава и постоянной функциональной саморегуляцией ее компонентов

Гомеостаз (Н.Ф. Реймерс)

Гомеостаз характерен и необходим для всех природных систем – от космических до организма и атома.

Основные биогены

- Углерод
- водород
- азот
- кислород
- фосфор

Различают три основных типа биогеохимических круговоротов

- круговорот воды
- круговорот элементов преимущественно в газообразной фазе
- круговорот элементов преимущественно в осадочной фазе

Круговорот воды (гидрологический цикл)

- **переход из жидкого в газообразное и твердое состояние и обратно, - один из главных компонентов абиотической циркуляции веществ.**
- **происходят перераспределение и очистка планетарного запаса воды.**
- **Время оборота пресной воды составляет примерно 1 год.**

Количества воды во всех фондах и перемещающиеся количества воды (цифры в скобках) выражены в миллиардах миллиардов (10^{18}) граммов в год,



Влияние деятельности человека на глобальный круговорот воды:

**Сток воды в океан увеличивается,
и пополнение фонда грунтовых вод
сокращается в результате**

- покрытия земной поверхности непроницаемыми материалами,**
- строительства оросительных систем,**
- уплотнения пахотных земель,**
- уничтожения лесов и т.п..**

Влияние деятельности человека на глобальный круговорот воды:

Рост объема поверхностного стока приводит к

- увеличению риска наводнений**
- усилению эрозии почв**
- Резервуары подземных вод выкачиваются быстрее, чем заполняются**

(депрессивные воронки площадью до 50000 км², снижение уровня в центре воронки 80-130 м (Москва, Брянск, Санкт-Петербург)).

Круговорот азота.

Азот входит в состав важнейших органических молекул - ДНК, белков, липопротеидов, АТФ, хлорофилла и др. Недостаток азота часто является фактором, лимитирующим биологическую продукцию.

Отношение общего количества азота к количеству углерода в биомассе составляет 16 : 106.

Круговорот азота

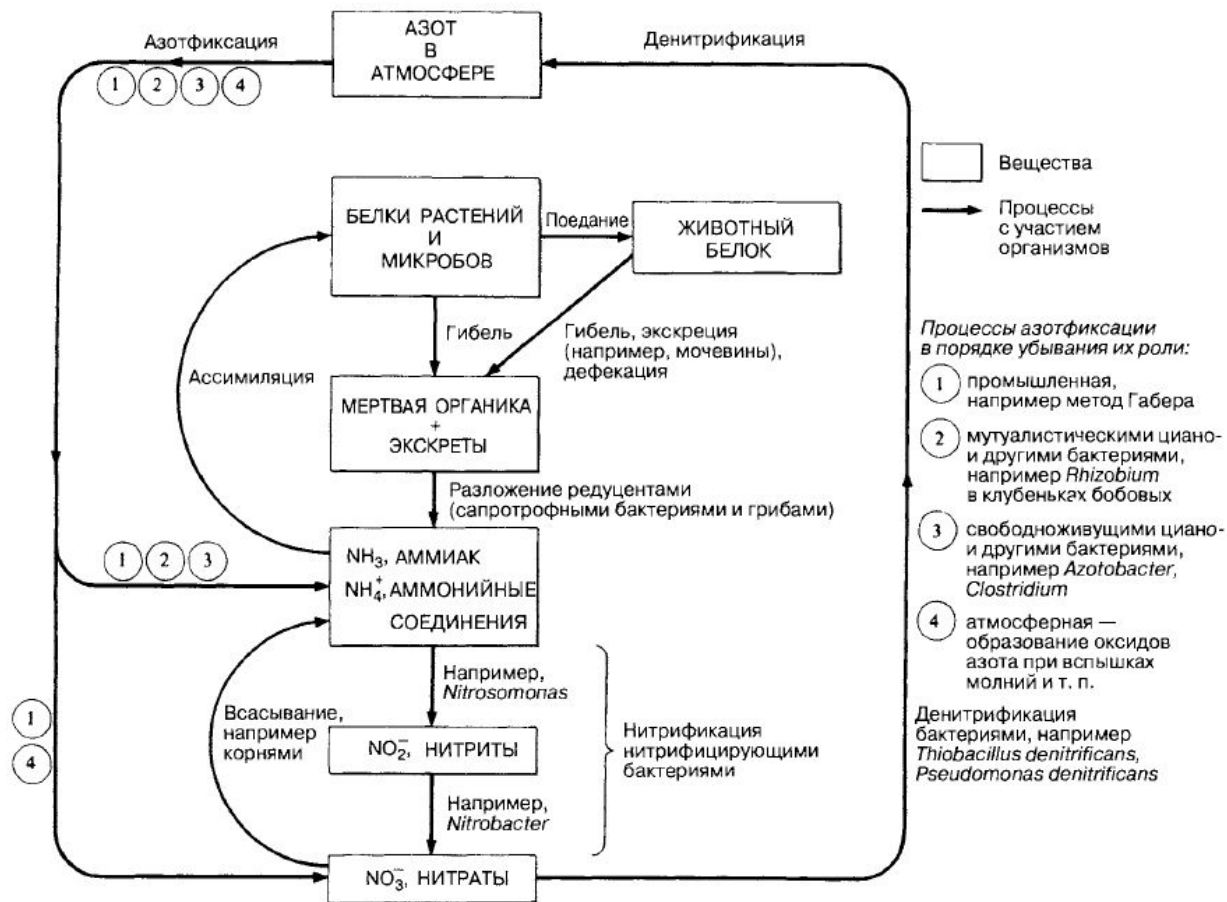
Молекулярный азот атмосферы недоступен растениям, ассимиляция его ими возможна только из связанных форм — аммиака, нитратов, мочевины.

Поэтому круговорот азота целиком поддерживается деятельностью азотфиксирующих бактерий.

Аммонифицирующие бактерии, разлагая органическое вещество, переводят азот в аммиачную форму, а продолжающие этот процесс нитрификаторы окисляют его до нитритов и нитратов.

Денитрифицирующие бактерии завершают цикл, освобождая азот из нитратов и переводя его вновь в молекулярную форму.

Биогеохимический цикл азота



аммонификация

Аммонификация - разложение, гниение белков с образованием аммиака. Аммонификация осуществляется редуцентами

аминокислоты ($\text{RCHNH}_2\text{COOH}$) разлагаются бактериями, актиномицетами, грибами как в аэробных, так и в анаэробных условиях:



аммонификация



В результате белкового обмена в животных организмах выделяется мочевина $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, которая тоже служит источником NH_3



Нитрификация

- процесс превращения азотосодержащих веществ в форму, пригодную для усвоения высшими растениями:

Аммиак - Нитриты – Нитраты

протекает в процессе жизнедеятельности нитрифицирующих бактерий в две фазы.

Круговорот азота.

В первой фазе аммиак окисляется до азотистой кислоты (или нитритов):



во второй фазе азотистая кислота окисляется до азотной (или до нитратов)



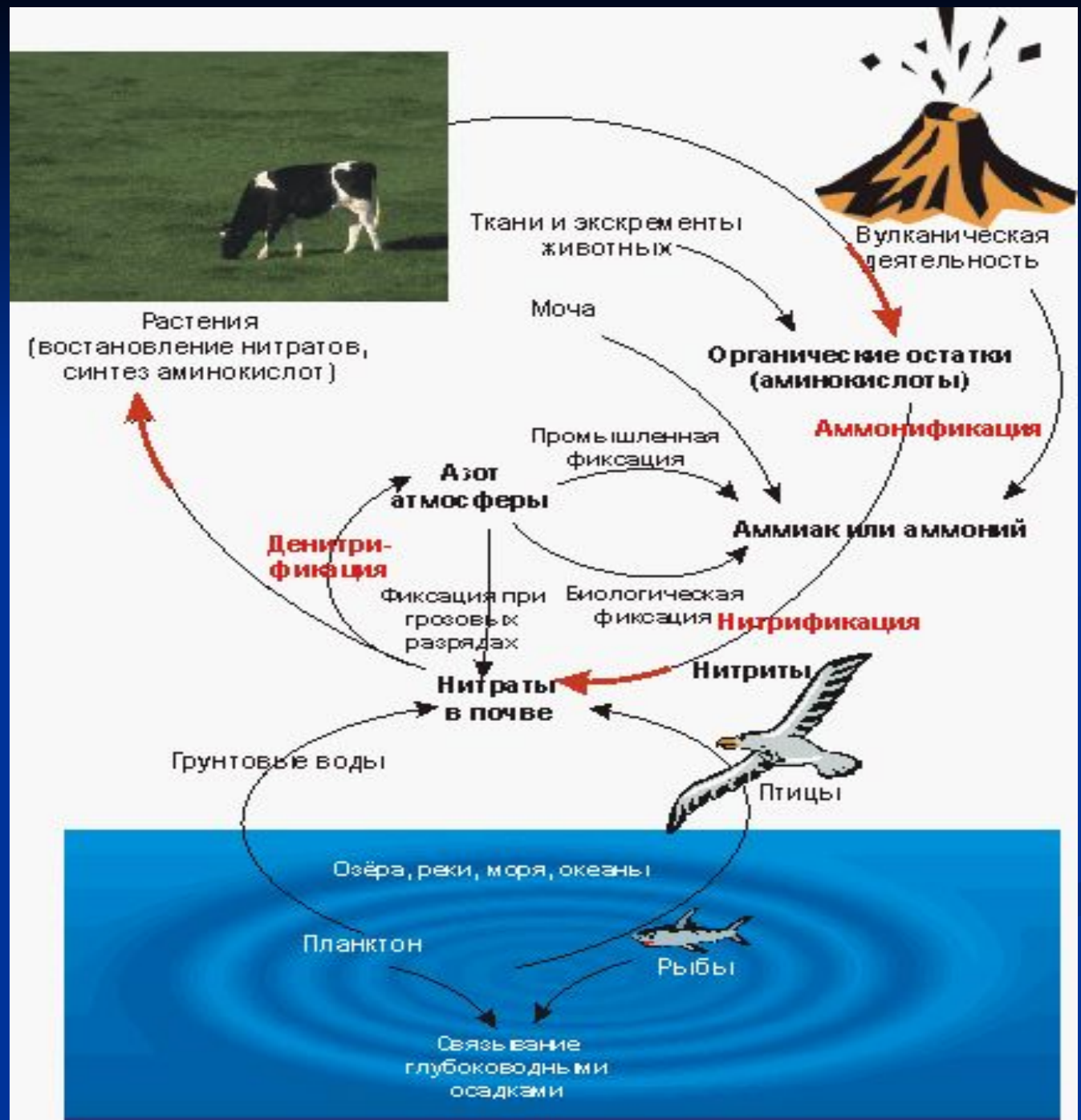
Денитрификация -

разрушение группой почвенных и водных бактерий солей азотной кислоты (нитратов) до нитритов, молекулярного азота и аммиака,

процесс потери экосистемой доступного азота



КРУГОВОРОТ АЗОТА



Круговорот азота.

Независимый от жизнедеятельности бактерий механизм вовлечения молекулярного азота в биологические циклы — разряды молний, способствующие возникновению аммиака и нитрата. Однако эти процессы не восполняют потерь при денитрификации

Потребление азота происходит

- в процессе биологической фиксации N_2 из воздуха - азотфиксации благодаря деятельности азотфиксирующих микроорганизмов;
- в результате естественных физических процессов фиксации N_2 в атмосфере и превращения его в оксиды NO_x и NH_3 (при грозовых электрических разрядах);
- при фотосинтезе минеральные соединения азота (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-) потребляются растениями.
- в процессе промышленного синтеза NH_3 ;

Поступление азота в атмосферу происходит:

- в процессе минерализации азотсодержащих органических веществ до оксидов азота и последующей денитрификации, т. е. восстановления их до молекулярного газа N_2 ;
- с вулканическими газами;

:

Поступление азота

В атмосферу

- с дымом, выхлопными газами.

В водоемы

- Стоки с городских и сельских территорий;
- с городскими, промышленными и сельскохозяйственными сточными водами

Поступление азота в биотический круговорот

Поступление азота в атмосферу происходит:

- **в процессе минерализации азотсодержащих органических веществ до оксидов азота и последующей денитрификации, т. е. восстановления их до молекулярного газа N_2 ;**

Поступление азота в биотический круговорот

- с вулканическими газами;
- с дымом, выхлопными газами

В водоемы соединения азота поступают:

- с поверхностным и дренажным стоком с городских и сельских территорий;
- с городскими, промышленными и сельскохозяйственными сточными водами