



# ***Круговороты веществ***

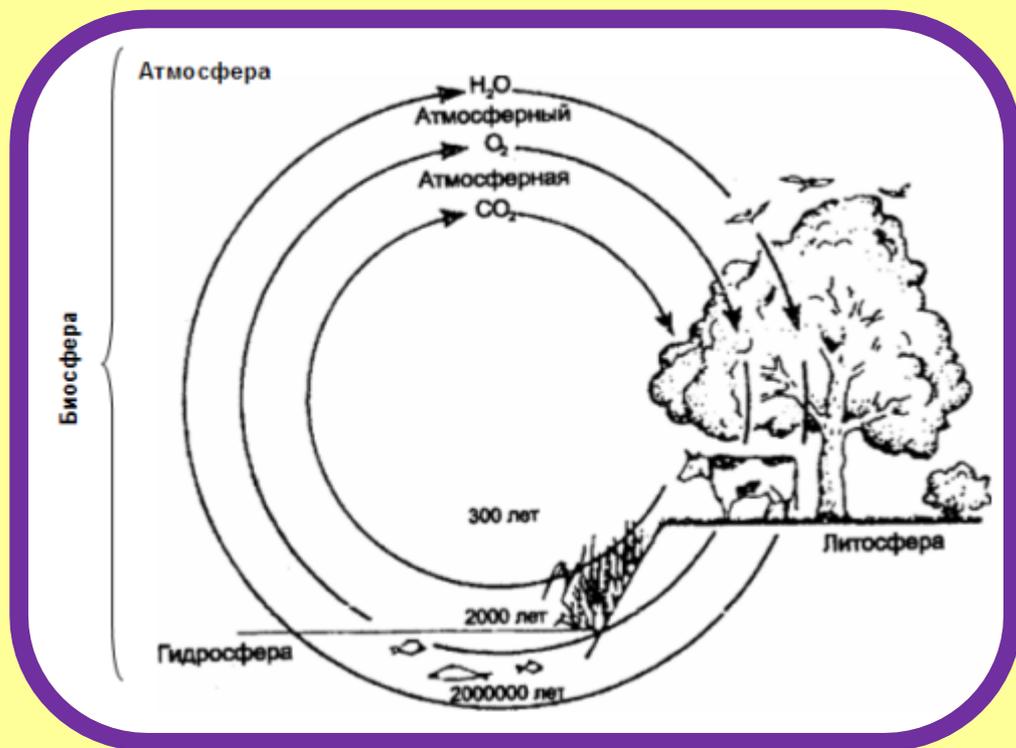
**Презентация по дисциплине «Биология»  
для специальности 1-33 01 02 Геозкология  
Составитель: Осипенко Галина Леонидовна**

## Круговороты веществ

Солнечная энергия на Земле вызывает два круговорота веществ: **большой**, или **геологический**, наиболее ярко проявляющийся в круговороте воды и циркуляции атмосферы, и **малый, биологический (биотический)**, развивающийся на основе большого и состоящий в непрерывном, циклическом, но неравномерном во времени и пространстве, и сопровождающийся более или менее значительными потерями закономерного перераспределения вещества, энергии и информации в пределах экологических систем различного уровня организации.

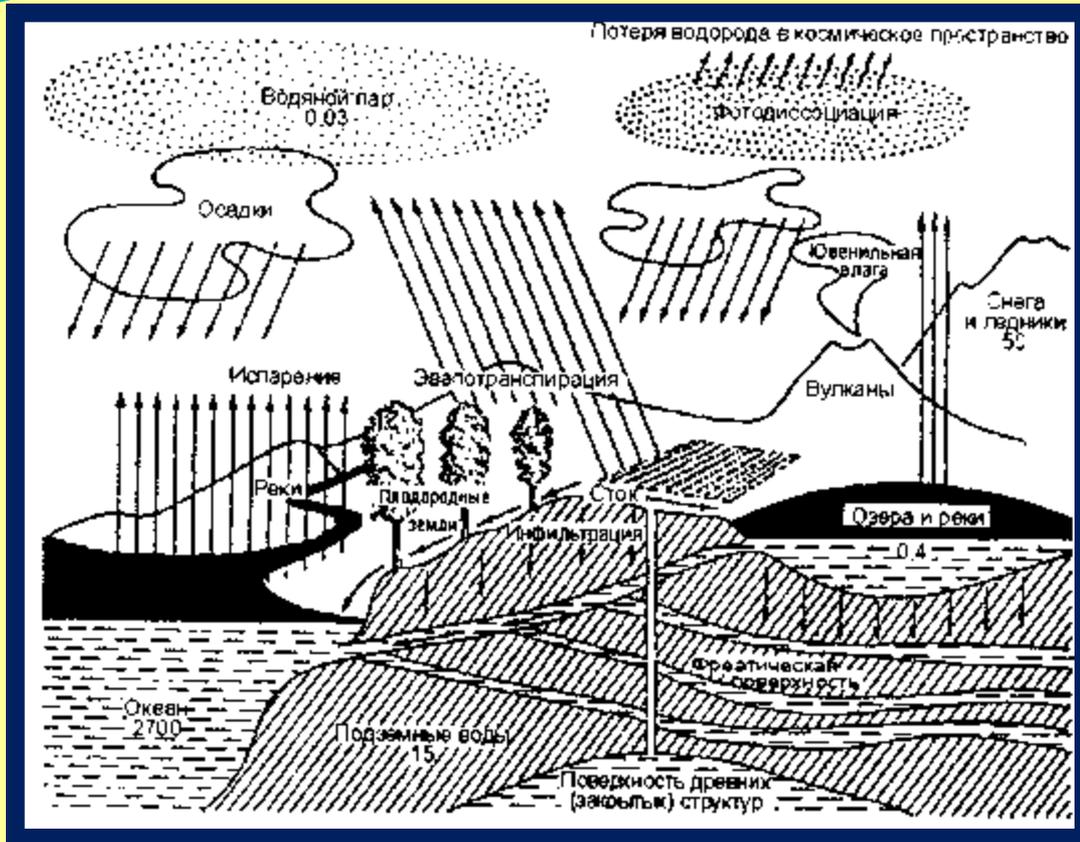
Обмен химических элементов между живыми организмами и неорганической средой, различные стадии которого происходят внутри экосистемы, называют **биогеохимическим круговоротом**, или **биогеохимическим циклом**.

## Круговороты веществ



Оба круговорота взаимно связаны и представляют как бы единый процесс. Подсчитано, что весь кислород, содержащийся в атмосфере, оборачивается через организмы (связывается при дыхании и высвобождается при фотосинтезе) за 2000 лет, углекислота атмосферы совершает круговорот в обратном направлении за 300 лет, а все воды на Земле разлагаются и воссоздаются путем фотосинтеза и дыхания за 2 000 000 лет экосистеме.

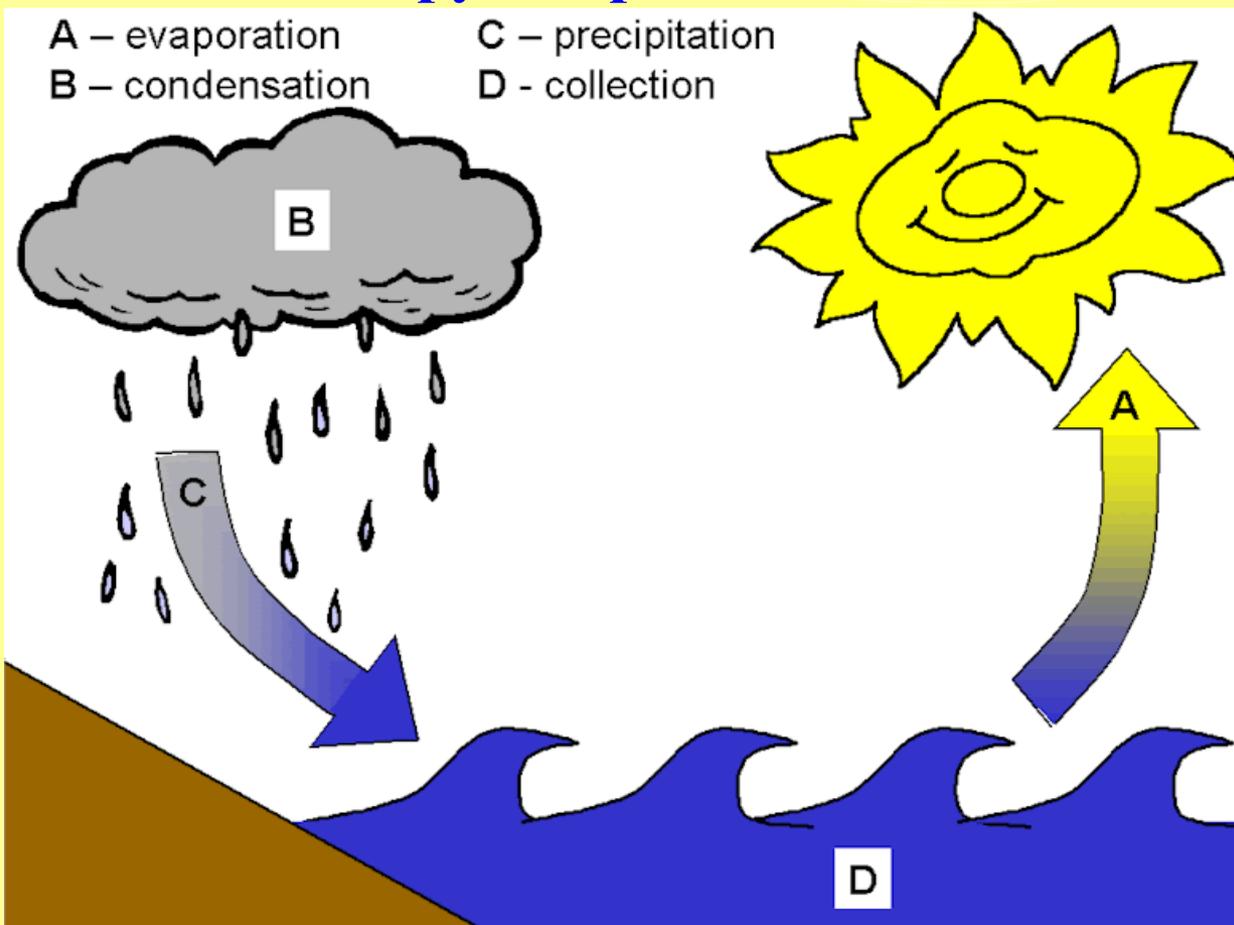
# Круговорот воды



Цифры — толщина слоя в метрах .

**Круговорот воды (планетарный гидрологический цикл).** Самый значительный по переносимым массам и по затратам энергии круговорот на Земле. Каждую секунду в него вовлекается 16,5 млн. м<sup>3</sup> воды и тратится на это более 40 млрд. МВт солнечной энергии.

## Круговорот воды



Испарение воды с поверхности океана, конденсация водяного пара в атмосфере и выпадение осадков на поверхность океана образует *малый круговорот*.

# Круговорот воды

Когда водяной пар переносится воздушными течениями на сушу, круговорот становится значительно сложнее. При этом часть осадков испаряется и поступает обратно в атмосферу, другая – питает реки и водоемы, но в итоге вновь возвращается в океан речным и подземным стоками, завершая тем самым *большой круговорот*.



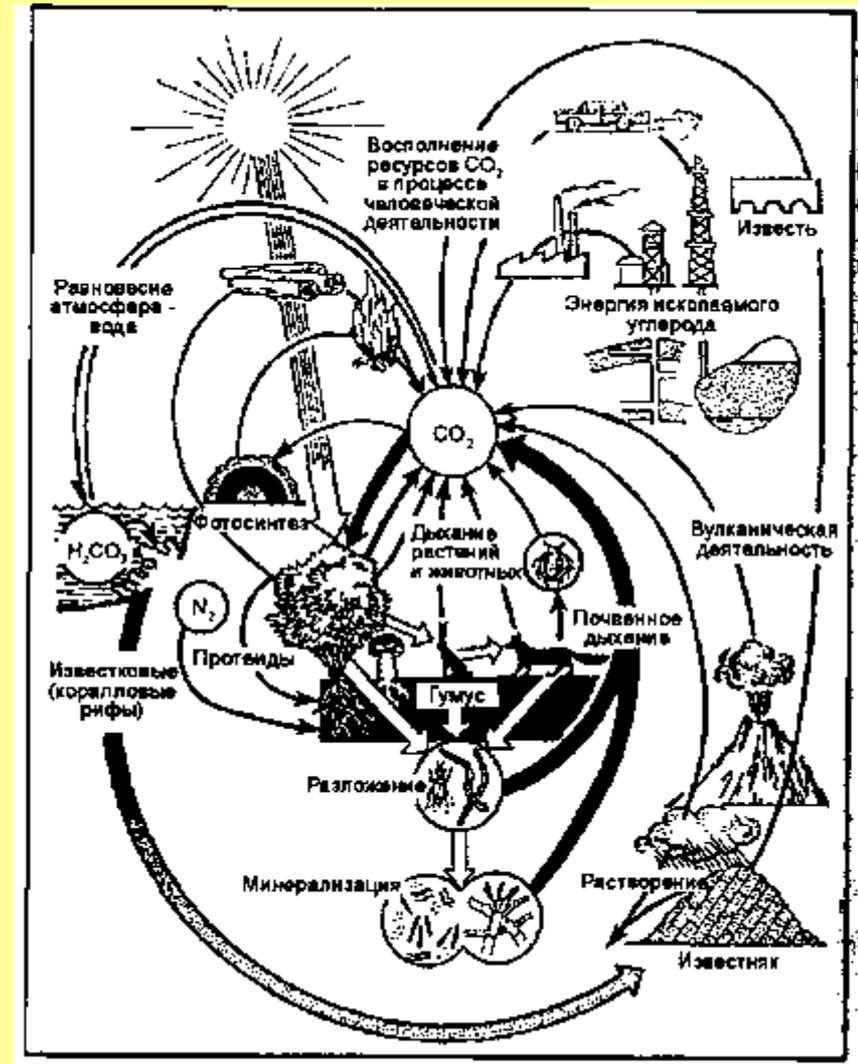
# Круговорот воды

## Активность водообмена в гидросфере

Часть гидросферы	Объем (с округлением), тыс. км <sup>3</sup>	Активность водообмена, число лет
Океан	1370000	3000
Подземные воды	60000	5000
В т. ч. зоны активного водообмена	4000	300
Полярные ледники	24000	8000
Поверхностные воды суши	280	7
Реки	1,2	0,03
Почвенная влага	80	1
Пары атмосферы	14	0,027
Вся гидросфера	1454000	2800

# Круговорот углерода

Из всех биогеохимических циклов круговорот углерода самый интенсивный. В круговороте углерода определенную роль играют CO и CO<sub>2</sub>. Часто в биосфере Земли углерод представлен наиболее подвижной формой CO<sub>2</sub>. Источником первичной углекислоты биосферы является вулканическая деятельность, связанная вековой дегазацией мантии и нижних горизонтов земной коры. Миграция CO<sub>2</sub> в биосфере протекает двумя путями.



# Круговорот углерода

Первый путь заключается в поглощении его в процессе фотосинтеза с образованием глюкозы и других органических веществ, из которых построены все растительные ткани. В дальнейшем они переносятся по пищевым цепям и образуют ткани всех остальных живых существ экосистемы. На суше углекислый газ атмосферы в процессе фотосинтеза поглощается в дневное время. В ночное время часть его выделяется растениями во внешнюю среду. С гибелью растений и животных на поверхности происходит окисление органических веществ с образованием  $\text{CO}_2$ .

Атомы углерода возвращаются в атмосферу и при сжигании органического вещества. В далекие геологические эпохи значительная часть органического вещества, созданного в процессах фотосинтеза, не использовалась ни консументами, ни редуцентами, а накапливалась в литосфере в виде ископаемого топлива; нефти, угля, горючих сланцев, торфа и др. Сжигая его, мы в определенном смысле завершаем круговорот углерода.

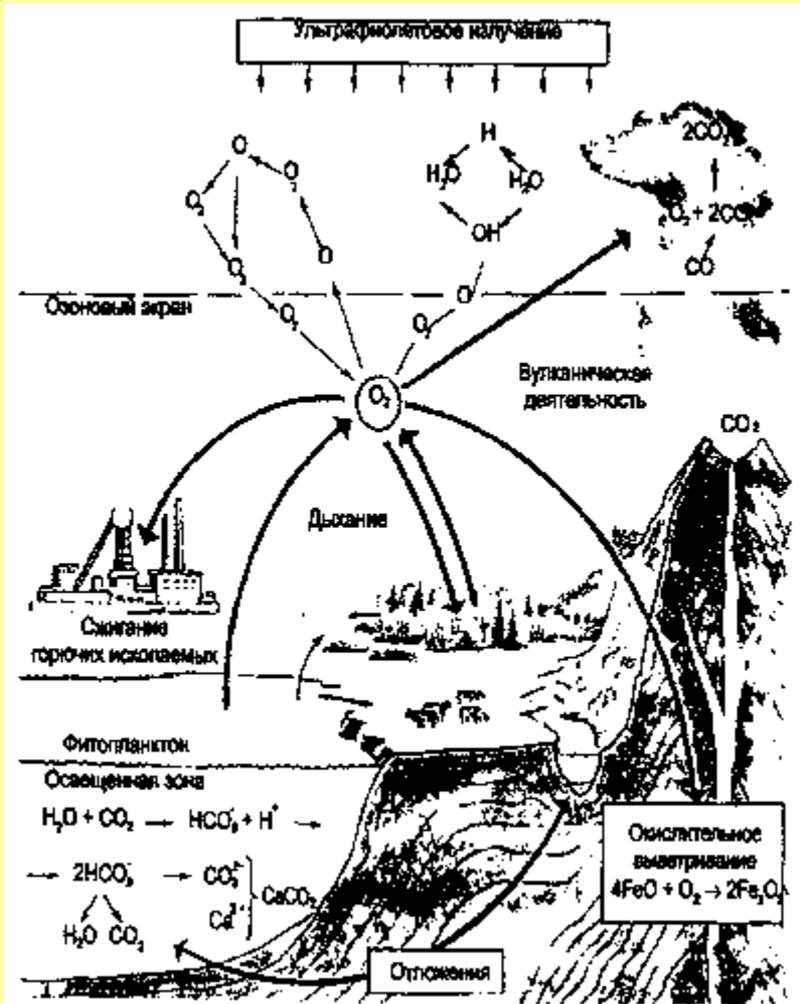
# Круговорот углерода

Масса углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) в атмосфере оценивается в  $10^{12}$  тонн.

**Приход углекислого газа включает:** 1) дыхание живых организмов; 2) разложение отмерших организмов растений и животных микроорганизмами, процесс брожения; 3) антропогенные выбросы при сжигании топлива; 4) вырубка лесов.

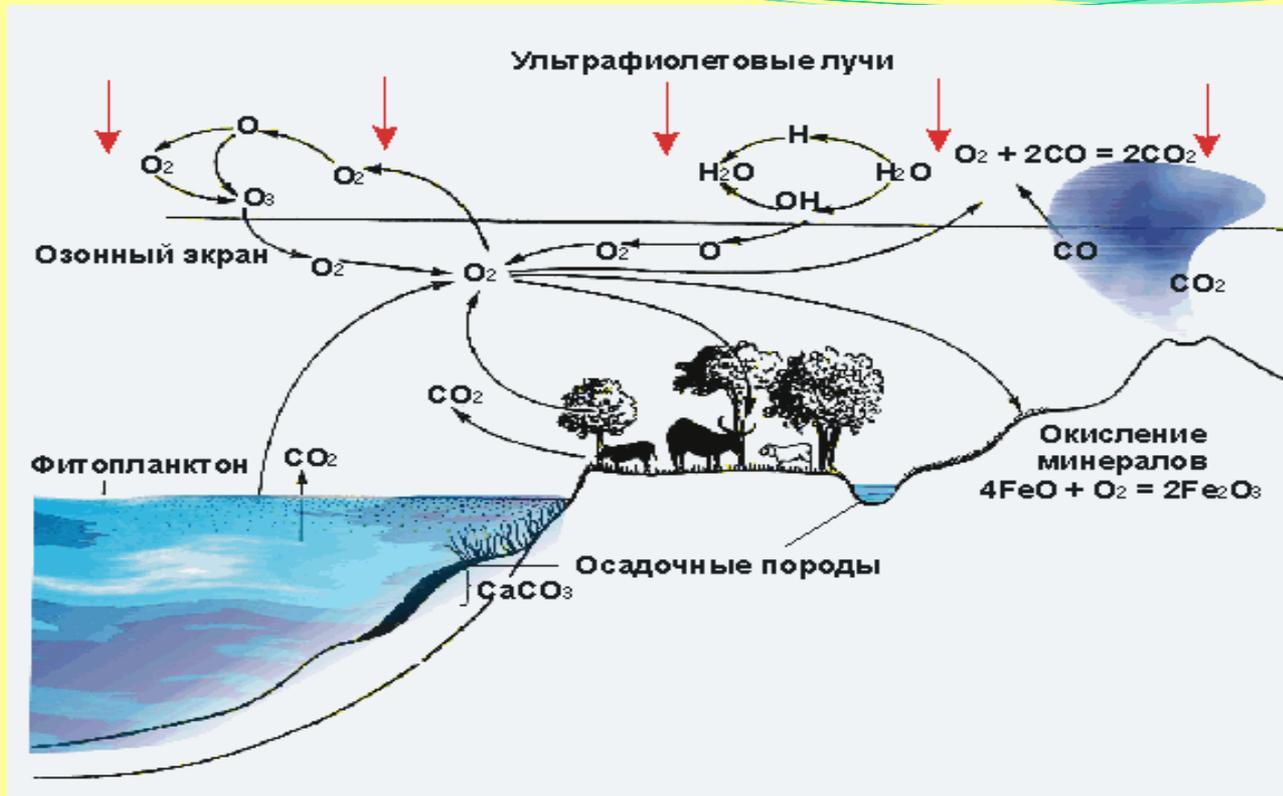
**Расход включает:** 1) фиксация углекислого газа из атмосферы при фотосинтезе с освобождением кислорода; 2) потребление части углерода животными, питающимися растительной пищей; 3) фиксация углерода в литосфере (образование органогенных пород – уголь, торф, горючие сланцы, а также почвенных компонентов, как гумуса; 4) фиксация углерода в гидросфере (образование известняков, доломитов).

# Круговорот кислорода



В количественном отношении это главная составляющая живой материи. В пределах биосферы происходит быстрый обмен кислорода с живыми организмами или их остатками после гибели. Растения, как правило, производят свободный кислород, а животные являются его потребителями путем дыхания. Круговорот кислорода в биосфере необычайно сложен, так как с ним в реакцию вступает большое количество органических и неорганических веществ. В результате возникает множество эпициклов, происходящих между литосферой и атмосферой или между гидросферой и двумя этими средами. Круговорот кислорода в некотором отношении напоминает обратный круговорот углекислого газа.

# Круговорот кислорода



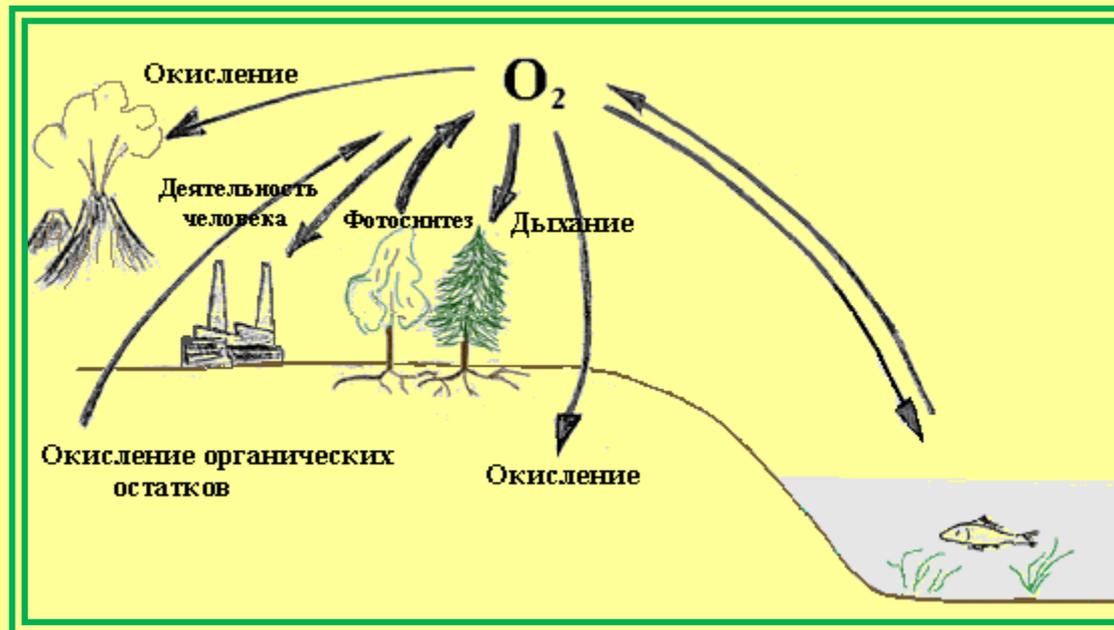
Большая часть кислорода, вырабатываемого в течение геологических эпох, не оставалась в атмосфере, а фиксировалась литосферой в виде карбонатов, сульфатов, окислов железа и т. п. Эта масса составляет  $590 \cdot 10^{14}$  т против  $39 \cdot 10^{14}$  т кислорода, который циркулирует в биосфере в виде газа или сульфатов, растворенных в континентальных и океанических водах.

# Круговорот кислорода

Сопровождается его приходом и расходом.

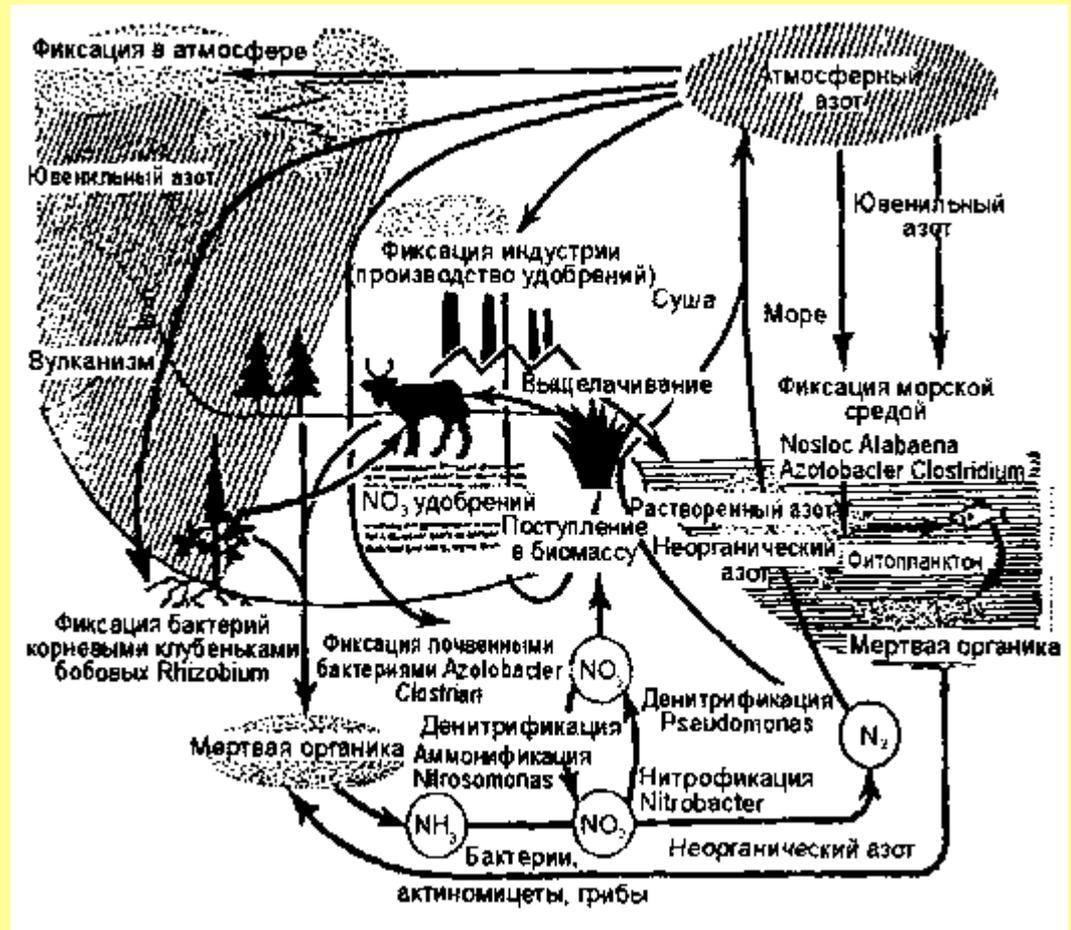
**Приход кислорода включает:** 1) выделение при фотосинтезе; 2) образование в озоновом слое под воздействием УФ-излучения (в незначительном количестве); 3) диссоциация молекул воды в верхних слоях атмосферы под воздействием УФ-излучения; 4) образование озона –  $O_3$ .

**Расход включает:** 1) потребление животными при дыхании; 2) окислительные процессы в земной коре; 3) окисление окиси углерода ( $CO$ ), выделяющегося при извержении вулканов.



# Круговорот азота

Круговорот азота является одним из самых сложных круговоротов в природе. Охватывает всю биосферу, а также атмосферу, литосферу, гидросферу. Очень важную роль в круговороте азота играют микроорганизмы. В круговороте азота выделяют следующие этапы:

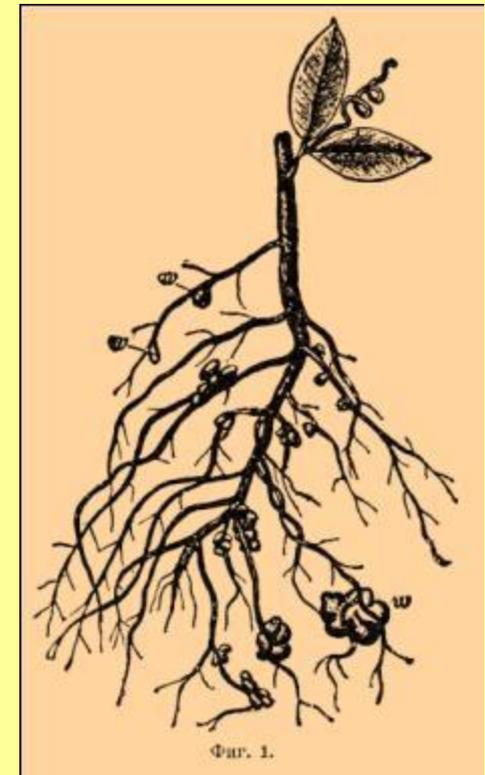
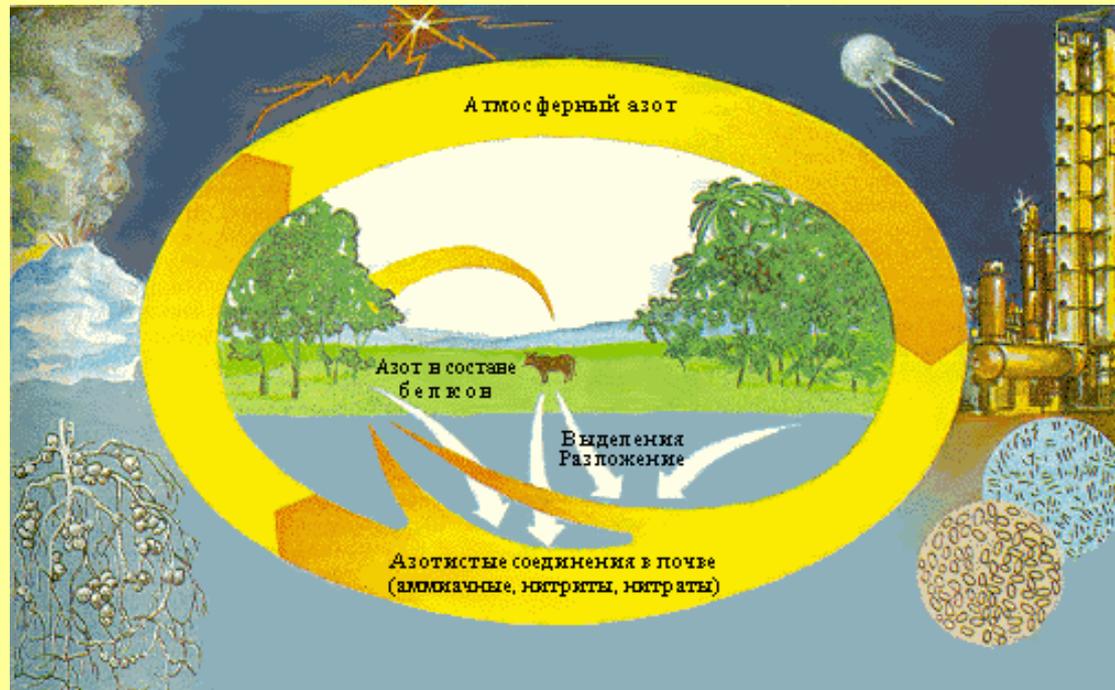


# Круговорот азота

## 1-й этап (фиксация азота):

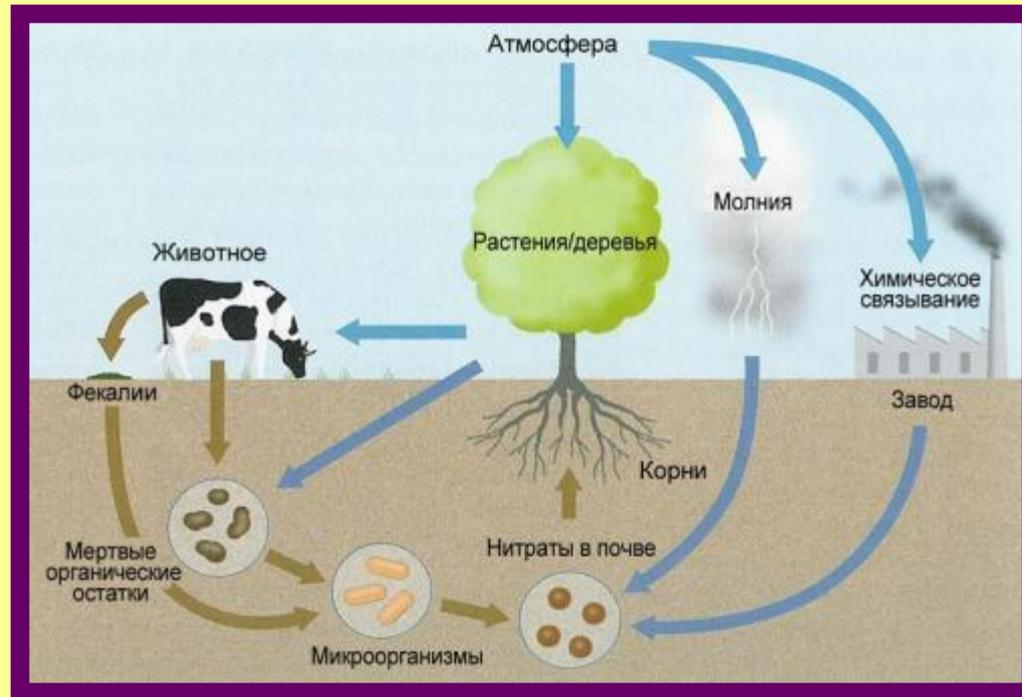
а) азотфиксирующие бактерии связывают (фиксируют) газообразный азот с образованием аммонийной формы ( $\text{NH}_3$  и солей аммония) – это биологическая фиксация;

б) вследствие грозových разрядов и фотохимического окисления образуются оксиды азота, при взаимодействии с водой они образуют азотную кислоту, в почве она превращается в нитратный азот.



# Круговорот азота

**2-й этап (превращение в растительный белок).** Обе формы (аммонийная и нитратная) фиксированного азота усваиваются растениями и превращаются в сложные белковые соединения.



**3-й этап (превращение в животный белок).** Животные поедают растения, в их организме растительные белки превращаются в животные.

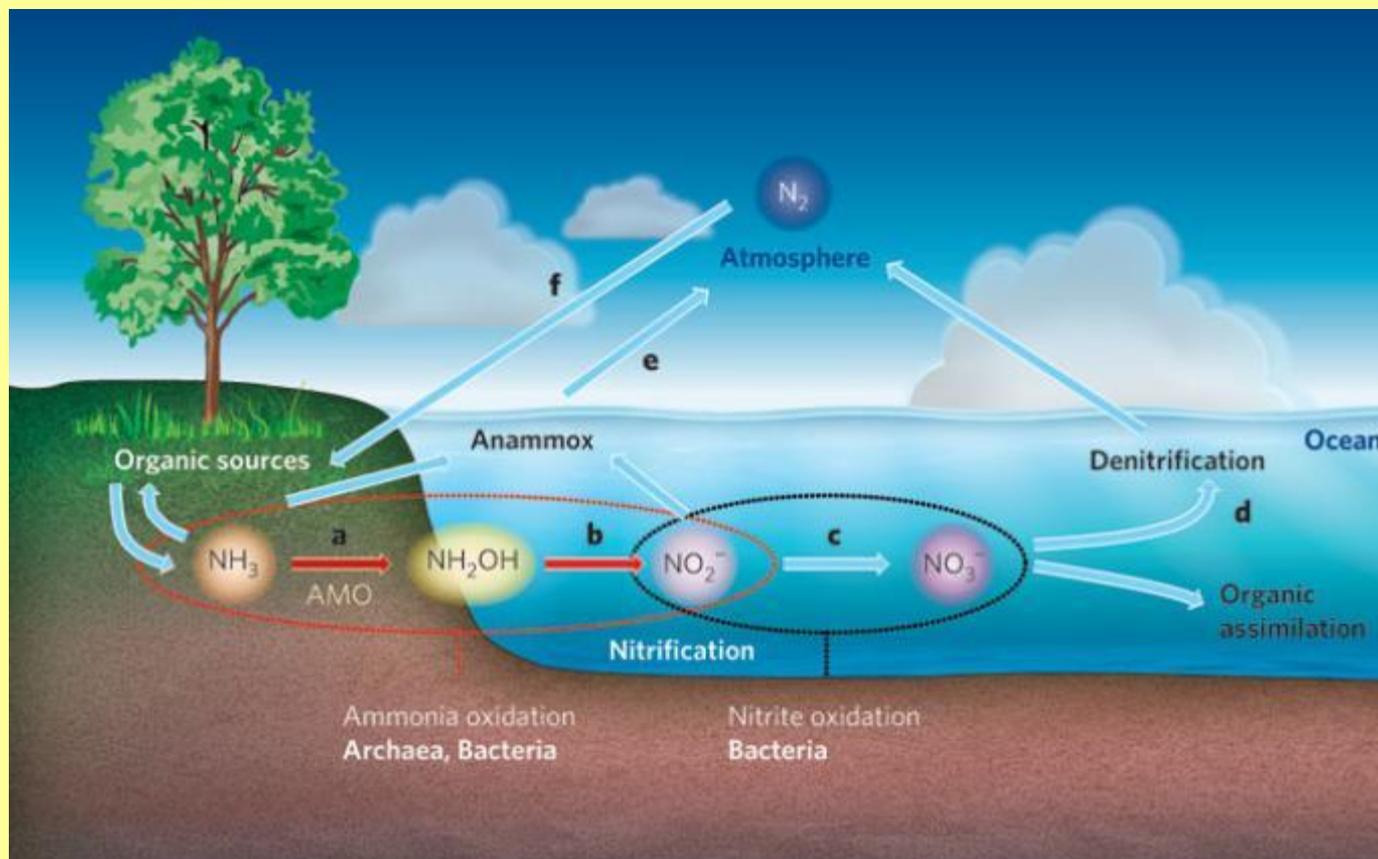
# Круговорот азота



4-й этап (разложение белка, гниение). Продукты метаболизма растений и животных, а также ткани отмерших организмов под воздействием микроорганизмов разлагаются с образованием аммония (процесс аммонификации).

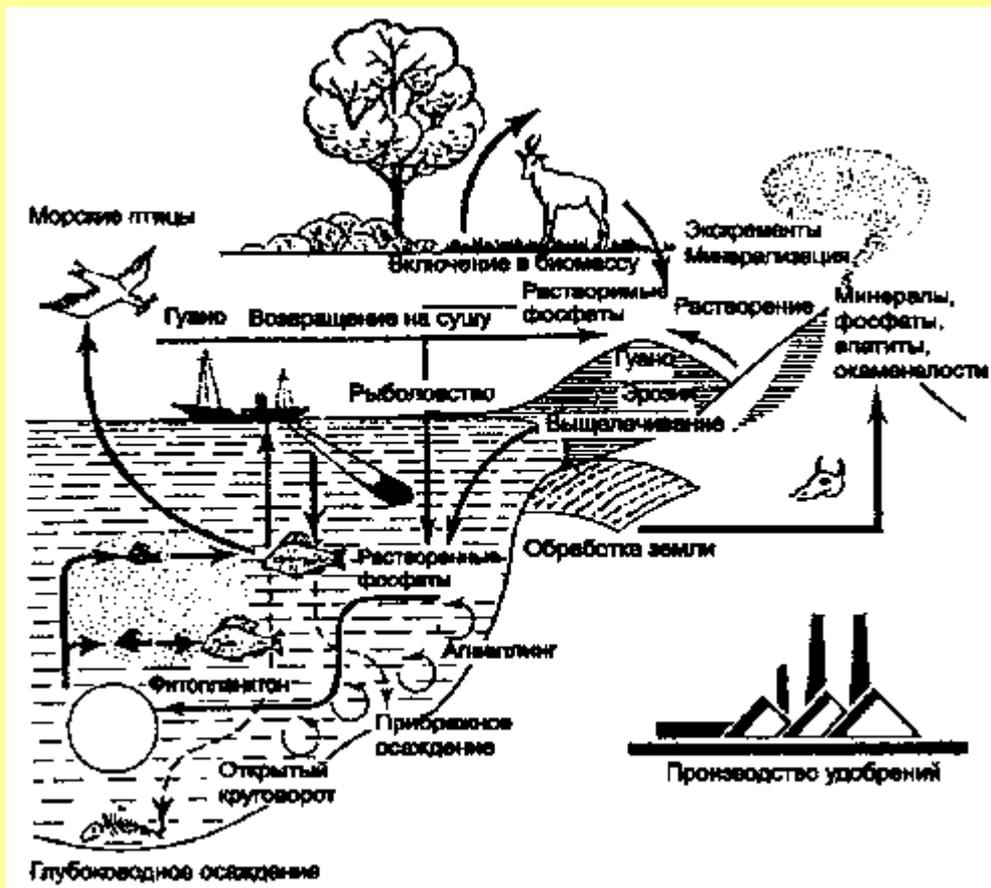
# Круговорот азота

5-й этап (процесс нитрификации). Состоящий из цепи реакций, где при участии микроорганизмов осуществляется окисление иона аммония ( $\text{NH}_4^+$ ) до нитрита ( $\text{NO}_2^-$ ) или нитрита до нитрата ( $\text{NO}_3^-$ ). Аммонийный азот окисляется до нитритного и нитратного азота.





# Круговорот фосфора



В отличие от других биогенных элементов в процессе миграции не образует газовой формы. Резервуаром фосфора является не атмосфера, как у азота, а минеральная часть литосферы. Основными источниками неорганического фосфора являются изверженные породы (апатиты) или осадочные породы (фосфориты). Из пород неорганический фосфор вовлекается в циркуляцию выщелачиванием и растворением в континентальных водах.

## Круговорот фосфора



Попадая в экосистемы суши, почву, фосфор поглощается растениями из водного раствора в виде неорганического фосфат-иона ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) и включается в состав различных органических соединений, где он выступает в форме *органического фосфата*. По пищевым цепям фосфор переходит от растений к другим организмам экосистемы. Химически связанный фосфор попадает с остатками растений и животных в почву, где вновь подвергается воздействию микроорганизмов и превращается в минеральные ортофосфаты, а в дальнейшем происходит повторение цикла.

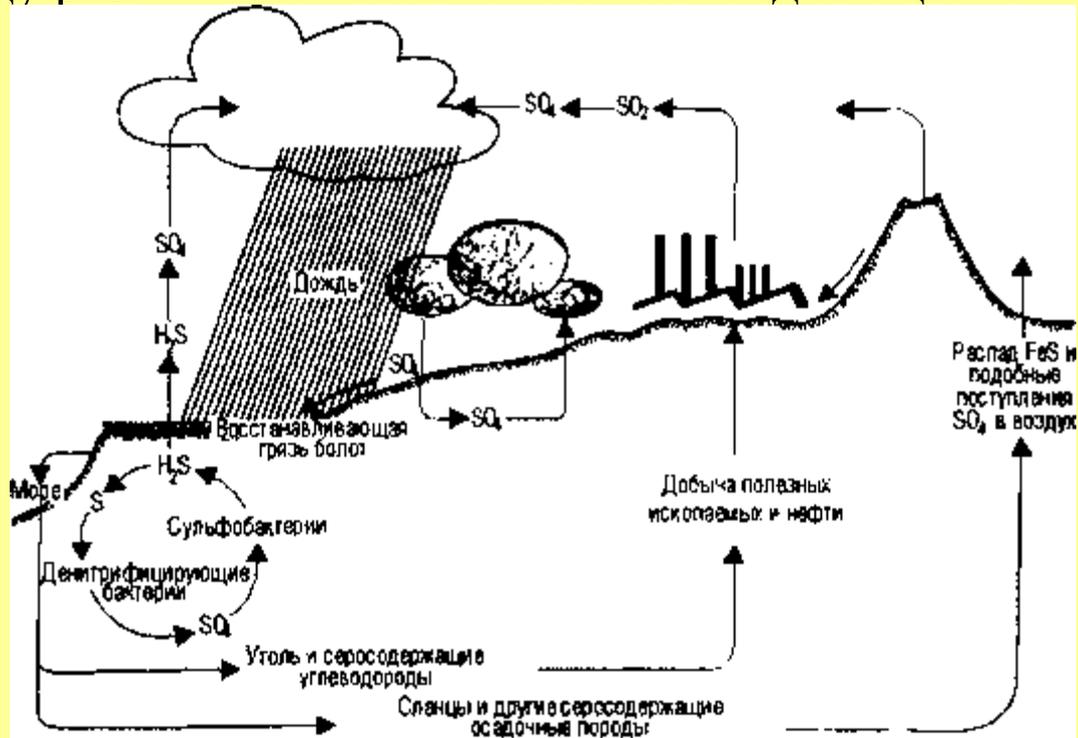
## Круговорот фосфора

В водные экосистемы фосфор переносится текучими водами. В соленых морских водах фосфор переходит в состав фитопланктона, служащего пищей другим организмам моря, в последующем накапливаясь в тканях морских животных, например рыб. Часть соединений фосфора мигрирует в пределах небольших глубин, потребляясь организмами, другая часть теряется на больших глубинах. Отмершие остатки организмов приводят к накоплению фосфора на разных глубинах. Отсюда следует, что фосфор, попадая в водоемы тем или иным путем, насыщает, а нередко и перенасыщает их экосистемы. Частичный возврат фосфатов на сушу связан с поднятием земной коры выше уровня моря. Определенное количество фосфора переносится на сушу морскими птицами, а также благодаря рыболовству.

При рассмотрении круговорота фосфора в масштабе биосферы за сравнительно короткий период можно отметить, что он полностью не замкнут. Механизм возвращения фосфора из океанов на сушу в естественных условиях совершенно не способен компенсировать потери этого элемента на седиментацию.

# Круговорот серы

Основной источник серы, доступный живым организмам, - сульфаты ( $\text{SO}_4$ ). Доступ неорганической серы в экосистеме облегчает хорошая растворимость многих сульфатов в воде. Растения, поглощая сульфаты, восстанавливают их и вырабатывают серосодержащие аминокислоты (метионин, цистеин, цистин), играющие важную роль в выработке третичной структуры протеинов при формировании дисульфидных мостиков между различными зонами полипептидной цепи.



# Круговорот серы

Основные черты:

1. Обширный резервный фонд в почве и отложениях, меньший в атмосфере.

2. Ключевую роль в быстро обмениваемом фонде играют специализированные микроорганизмы, выполняющие определенные реакции окисления или восстановления.

3. Микробная регенерация из глубоководных отложений, приводящая к движению вверх газовой фазы  $H_2S$ .

