



Продолжительность круговоротов

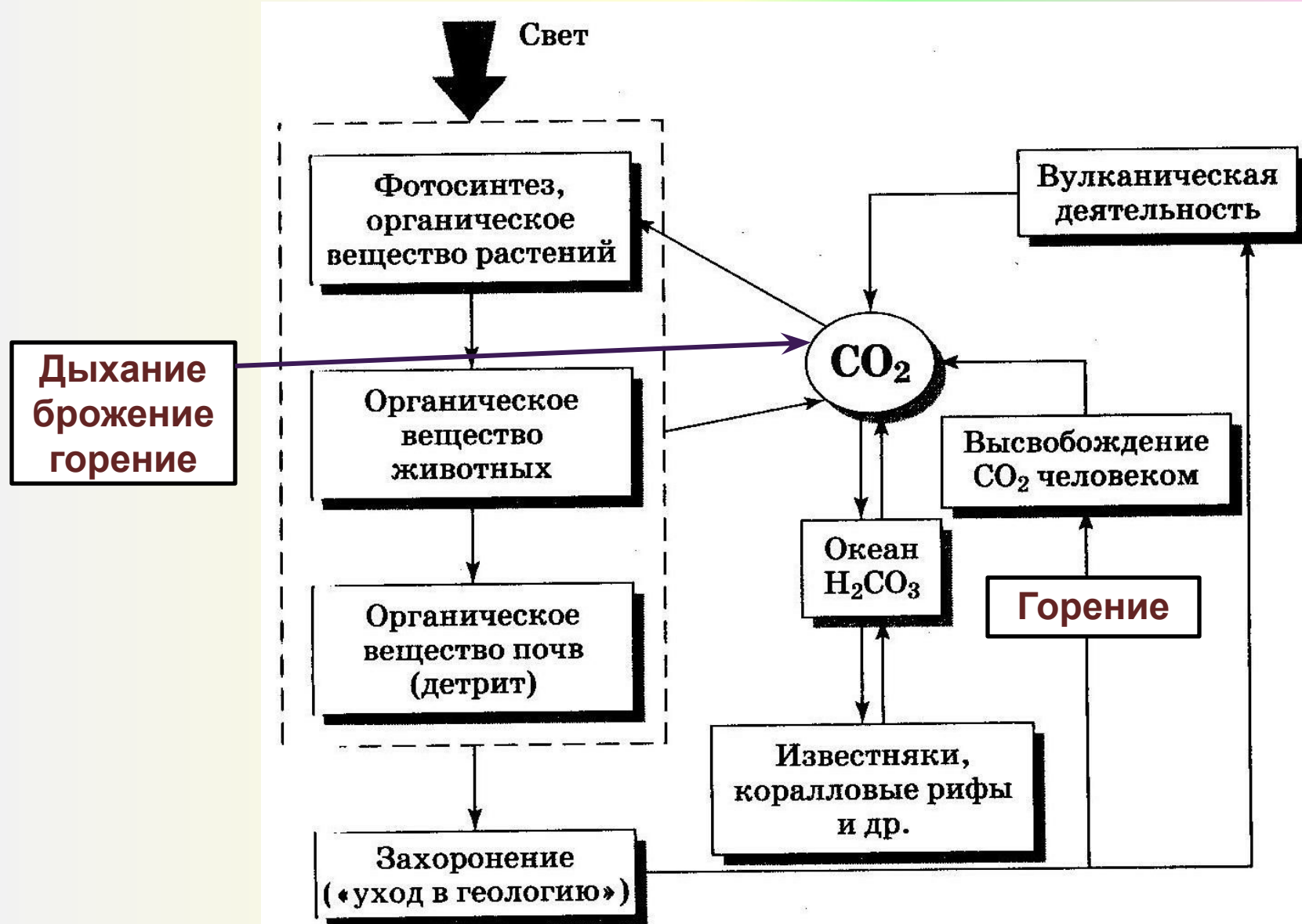
- Установлено, что полный оборот
- **Углекислого газа** в атмосфере через фотосинтез составляет около **300 лет**,
- **Кислорода** атмосферы и тоже через фотосинтез — **2000-2500 лет**,
- **Азота** атмосферы через биологическую фиксацию и фотохимическим путем — примерно **100 млн. лет**,
- **Воды** через испарение — около **1 млн. лет**.

Круговорот углерода в биосфере

Источником для фотосинтеза служит углекислый газ, находящийся в атмосфере или растворенный в воде.

В составе синтезированных растением органических веществ углерод поступает затем в цепи питания через живые или мертвые ткани растений и возвращается в атмосферу снова в форме углекислого газа в результате дыхания, брожения или сгорания топлива (древесины, нефти, угля и т. п.). Продолжительность цикла углерода равна **трем-четырем столетиям**.

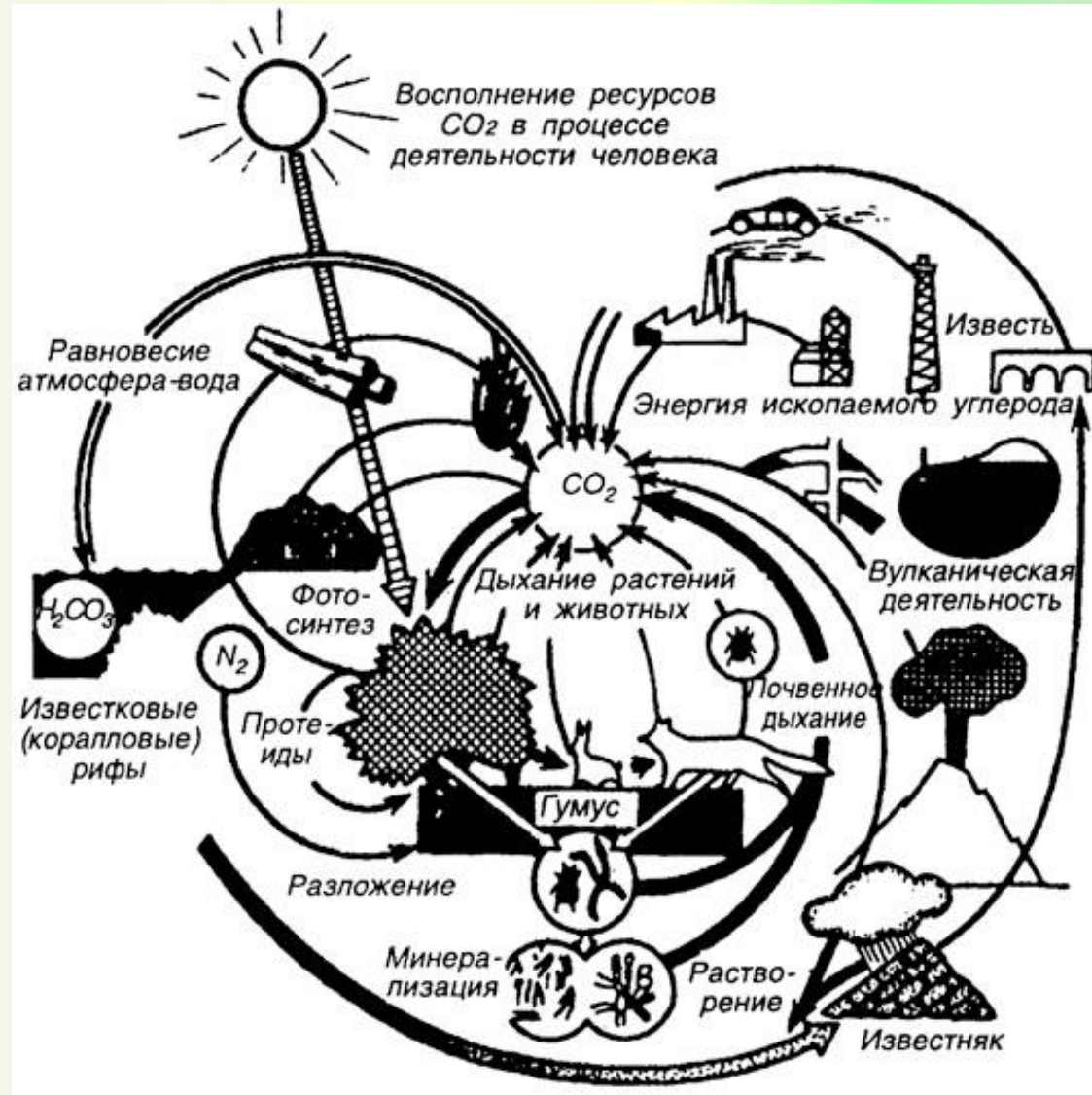
Круговорот углерода в биосфере



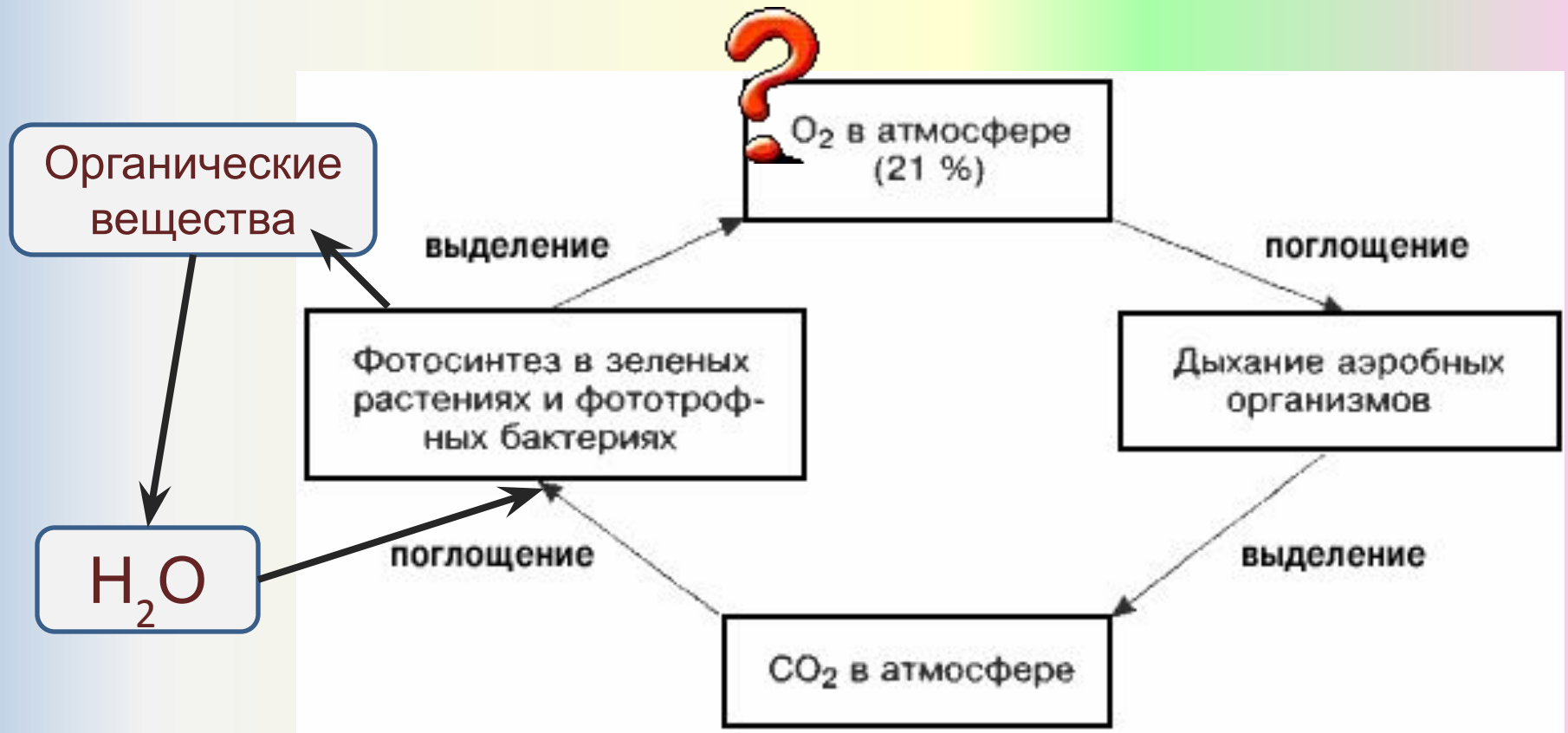
Возвращение углерода (CO_2)



Круговорот углерода в биосфере



Круговорот кислорода в биосфере



Круговорот азота в биосфере

- NH_4^+ - аммоний
- NH_3 - аммиак
- HNO_3 – азотная кислота
- HNO_2 – азотистая кислота
- Нитраты – соли азотной кислоты
- Нитриты – соли азотистой кислоты
- **Азот входит в состав нуклеиновых кислот, аминокислот, белков, хлорофилла.**

Круговорот азота в биосфере

Молнии
t 25 000
C°



Мировой океан

Азотные удобрения

Денитрификация
Растения животных и рыб
Бактерий (Удородилл)

Аммонофицирующие бактерии

Круговорот азота в биосфере

- Азот в форме двухатомных молекул N_2 составляет большую часть атмосферы Земли, где его содержание составляет 75,6 % (по массе) или 78,084 % (по объёму), то есть около $3,87 \cdot 10^{15}$ т.
- Содержание азота в земной коре, по данным разных авторов, составляет $(0,7—1,5) \cdot 10^{15}$ т (причём в [гумусе](#) — порядка $6 \cdot 10^{10}$ т), а в мантии Земли — $1,3 \cdot 10^{16}$ т.
- Такое соотношение масс заставляет предположить, что главным источником азота служит верхняя часть мантии, откуда он поступает в другие оболочки Земли с извержениями [вулканов](#).
- Кроме того, постоянно идёт утечка азота из верхних слоёв атмосферы в межпланетное пространство.

- Фиксация атмосферного азота в природе происходит по двум основным направлениям — **абиогенному и биогенному**.

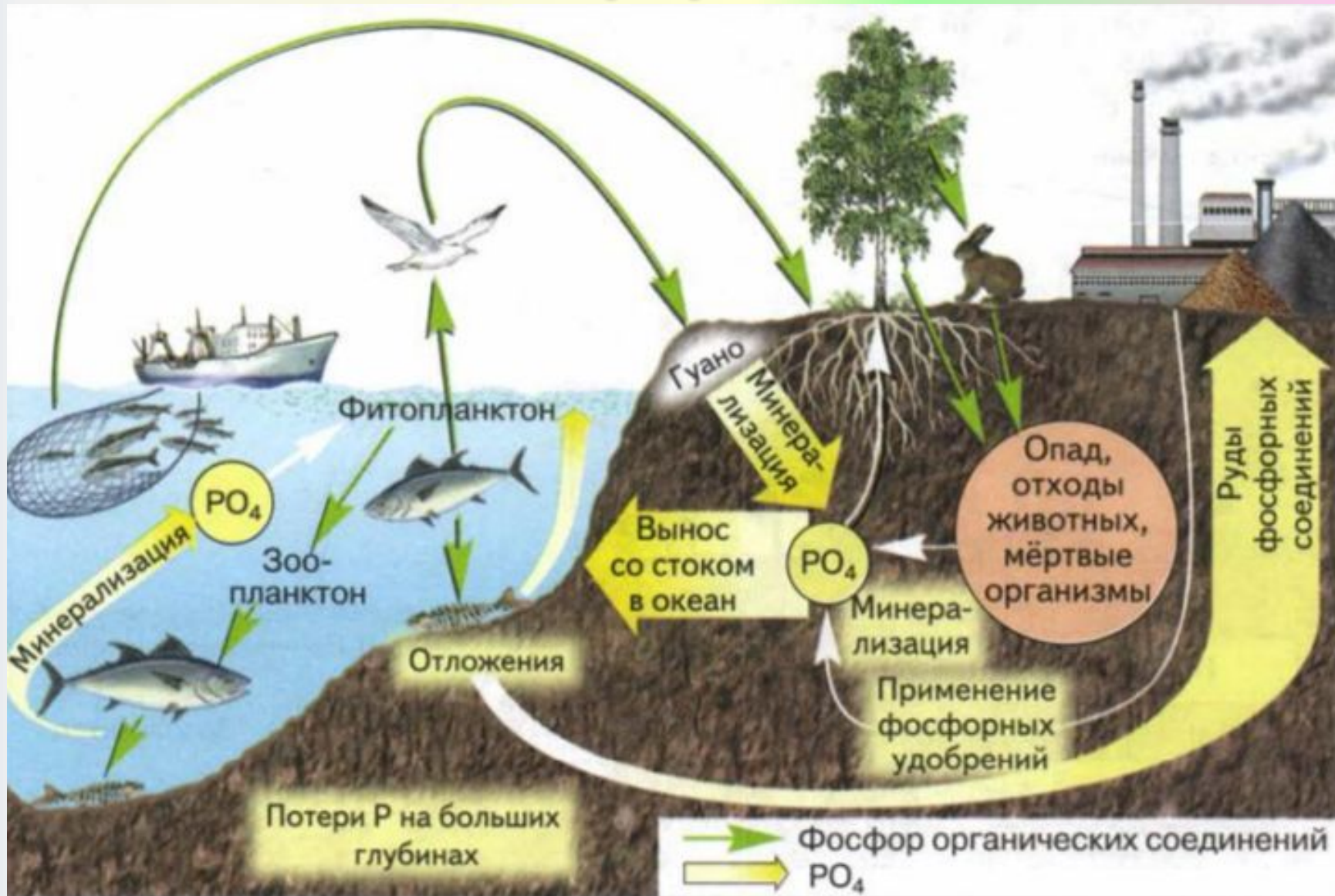
- Первый путь включает главным образом реакции азота с кислородом.

- Так как азот химически весьма инертен, для окисления требуются большие количества энергии (высокие температуры).
- Эти условия достигаются при разрядах **молний**, когда температура достигает 25000 °С и более.
- При этом происходит образование различных **оксидов азота**.
- Существует также вероятность, что абиотическая фиксация происходит в результате **фотокаталитических реакций** на поверхности полупроводников или широкополосных диэлектриков (песок пустынь).

- Однако основная часть молекулярного азота (около $1,4 \cdot 10^8$ т/год) фиксируется биотическим путём.
- Долгое время считалось, **что связывать молекулярный азот** могут только небольшое количество видов микроорганизмов (хотя и широко распространённых на поверхности Земли): бактерии *Azotobacter* и *Clostridium*, клубеньковые бактерии бобовых растений *Rhizobium*, цианобактерии *Anabaena*, *Nostoc* и др.
- **Сейчас известно, что этой способностью обладают многие другие организмы в воде и почве**, например, актиномицеты в клубнях ольхи и других деревьев (всего 160 видов). Все они превращают молекулярный азот в соединения аммония (NH_4^+).
- **Этот процесс требует значительных затрат энергии** (для фиксации 1 г атмосферного азота бактерии в клубеньках бобовых расходуют порядка 167,5 кДж, то есть окисляют примерно 10 г глюкозы). Таким образом, видна взаимная польза от симбиоза растений и азотфиксирующих бактерий — первые предоставляют вторым «место для проживания» и снабжают полученным в результате фотосинтеза «топливом» — глюкозой, вторые обеспечивают необходимым растениям азот в усваиваемой ими форме.

- Азот в форме аммиака и соединений аммония, получающийся в процессах биогенной азотфиксации, быстро окисляется до нитратов и нитритов (этот процесс носит название нитрификации). Последние, не связанные тканями растений (и далее по пищевой цепи травоядными и хищниками), недолго остаются в почве. Большинство нитратов и нитритов хорошо растворимы, поэтому они смываются водой и, в конце концов, **попадают в мировой океан** (этот поток оценивается в $2,5—8 \cdot 10^7$ т/год).
- Азот, включённый в ткани растений и животных, после их гибели подвергается аммонификации и денитрификации, то есть выделению атомарного азота, а также его оксидов. **Эти процессы целиком происходят благодаря деятельности микроорганизмов в аэробных и анаэробных условиях.**
- В отсутствие деятельности человека процессы связывания азота и нитрификации практически полностью уравновешены противоположными реакциями денитрификации.
- Часть азота поступает в атмосферу из мантии с извержениями вулканов, часть прочно фиксируется в почвах и глинистых минералах.

Круговорот фосфора в биосфере



Круговорот фосфора в биосфере

- Фосфор входит в состав нуклеиновых кислот, фосфолипидов, белков, АТФ, НАДФ.
- В отличие от круговорота других элементов в природе
- *1. Запасы фосфора, доступные живым существам, полностью сосредоточены в литосфере (газообразного нет).*
- *2. Природные соединения этого элемента малорастворимы или практически нерастворимы.*
- **Растения поглощают PO_4^{3-}** из водного раствора и включают фосфор в состав различных органических соединений.

Круговорот фосфора в биосфере

- После отмирания растений и гибели животных часть органических соединений переходит в осадочные породы и выбывает из круговорота веществ в природе на длительное время.
- В почве часть соединений фосфора может переходить в неусвояемую растениями форму, что делает процессы круговорота фосфора затрудненными.
- Человек оказывает существенное влияние на круговорот фосфора в природе, путем внесения в почву фосфорных удобрений.

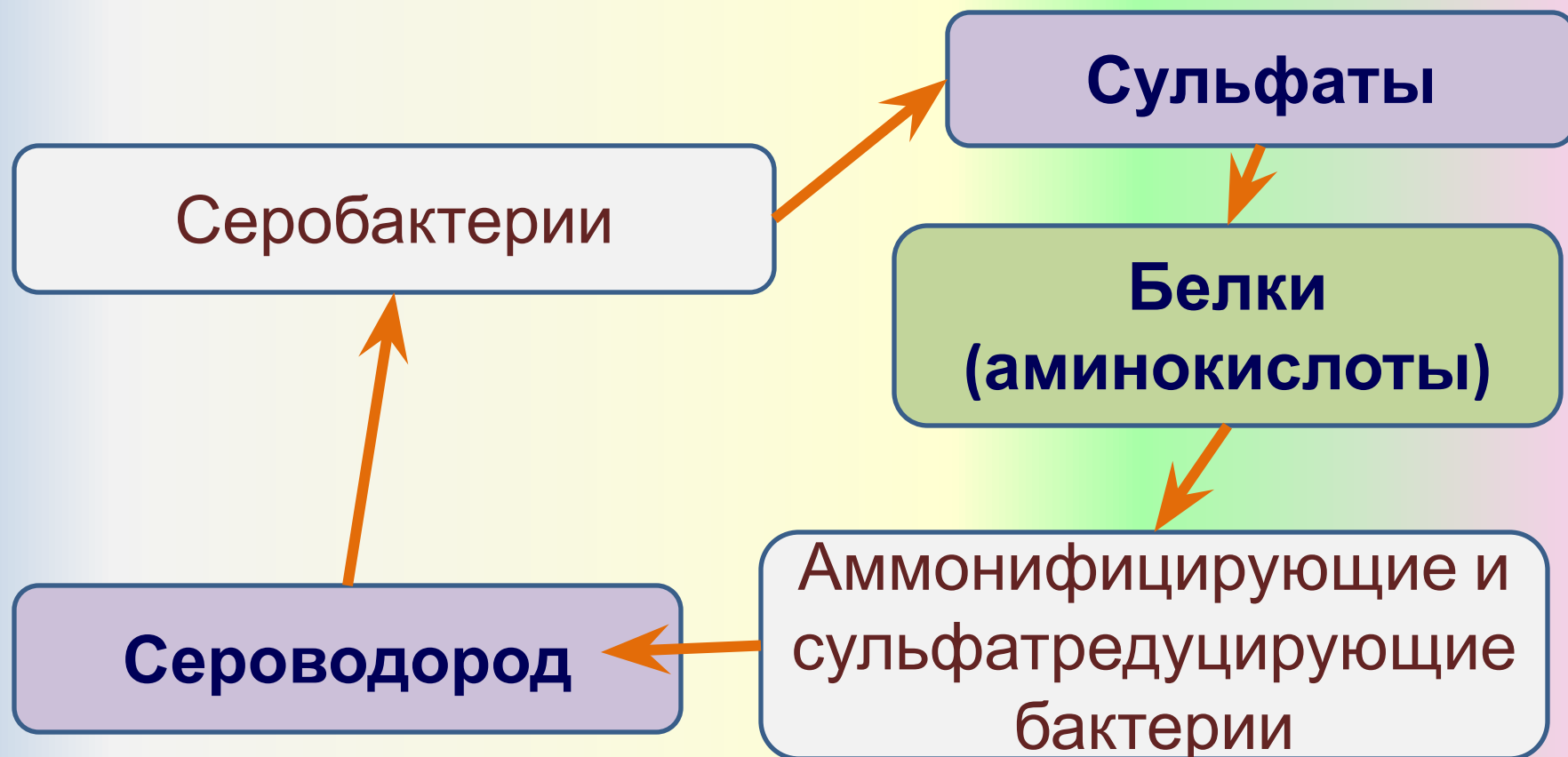
Круговорот фосфора в биосфере

- Запасы фосфорных соединений, которые можно использовать в качестве сырья для получения фосфорных удобрений, ограничены и относятся к невозобновляемым полезным ископаемым. Их можно заменить на отходы животноводства - костная мука.
- В крупных населенных пунктах происходит практически полная аккумуляция соединений фосфора в виде бытовых отходов и шлаков и других фосфорсодержащих соединений, которые не возвращаются в естественный круговорот.
- На современном этапе развития цивилизации необходимы меры по нормализации процессов влияния деятельности человека на круговорот фосфора.

Круговорот серы в биосфере

- **Сера имеет входит в состав аминокислот (цистеин, цистин, метионин) и белков.**
- Ее запасы пополняются за счет вулканической деятельности и при процессах выветривания.
- В литосфере имеются в большом количестве сульфиды различных металлов: железа, цинка, свинца, меди и др.
- Сульфаты поглощаются растениями. От них сера переходит в тела животных и т. д.
- При разрушении белков аммонифицирующими и сульфатредуцирующими бактериями из него освобождается сероводород.
- Сероводород окисляет особые серобактерии, в результате чего происходит образование сульфатов, которые растениями усваиваются очень хорошо.

Круговорот серы в биосфере

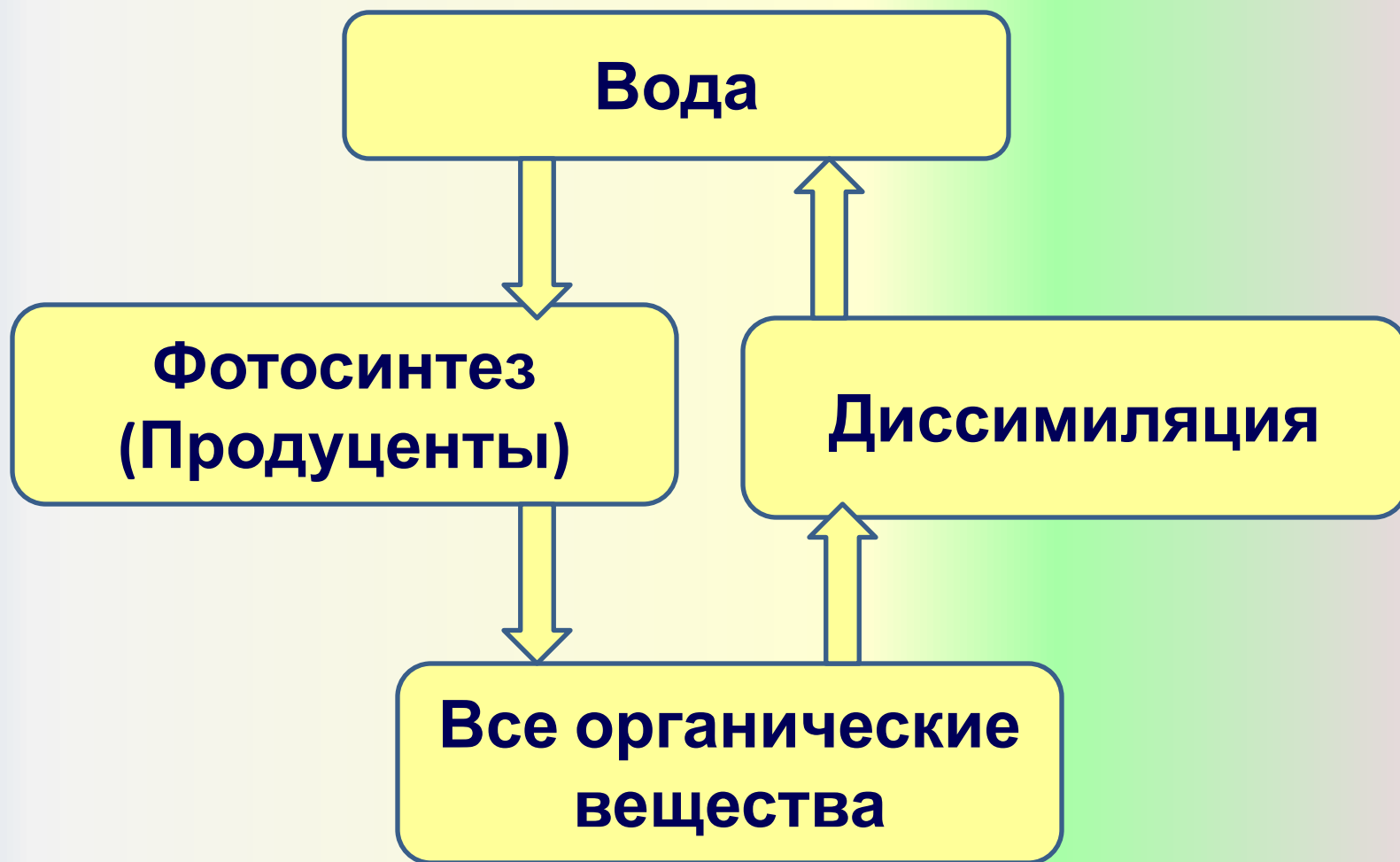


- Сероводородное заражение вод Черного моря — это результат жизнедеятельности серо-разлагающих бактерий в анаэробных условиях.
- *На заключительном этапе геологического круговорота сера выпадает в осадок в анаэробных условиях в присутствии железа и других металлов и медленно накапливается в виде конкреций или тонкораспыленного вещества в земных недрах.*

Круговорот водорода в биосфере

- *Важно то, что водороду в природе не существует аналогов, хотя любому химическому элементу можно найти замену. Объясняется это тем, что ядро атома водорода является элементарной частицей.*
 - **Водород и кислород входят в состав всех органических соединений.**
- Они поглощаются продуцентами в составе воды в процессе фотосинтеза.
- Все другие организмы получают его с органическим веществом, созданным продуцентами, и потребления воды.
- Как конечные продукты биологического круговорота, водород возвращается в неживую среду так же в виде воды.

Круговорот водорода в биосфере



• Д/З п. 47, стр.240, в. 1-5



