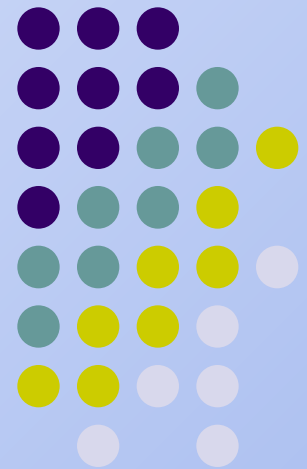
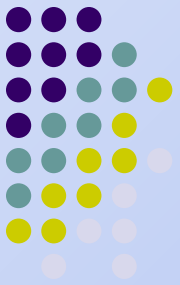


# Круговорот веществ

---

Лекции по экологии  
Каф.ХиЭ  
ТТИ ЮФУ  
Доц.,к.х.н. Е.В.Воробьев

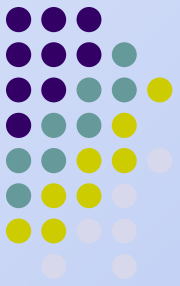




**Круговорот веществ** - повторяющиеся процессы превращения и перемещения вещества в природе, имеющие более или менее выраженный циклический характер.

Имеют поступательное движение - не происходит полного повторения циклов, всегда имеются те или иные изменения в количестве и составе образующихся веществ.

# Разделение вещества



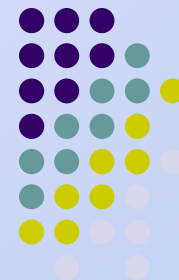
5 млрд. лет назад произошла дифференциация вещества Земли, разделение его на ряд геосфер: атмосферу, гидросферу, земную кору, гранитную, базальтовую и др.

Между всеми геосферами и внутри каждой продолжался обмен веществом.

Вначале наиболее существенную роль играл вынос вещества из недр Земли на поверхность в результате процессов выплавления легкоплавкого вещества Земли и дегазации.



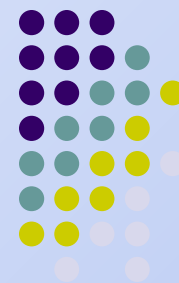
# Продолжительность цикла



Продолжительность того или иного цикла можно условно оценить по тому времени, которое было бы необходимо, чтобы вся масса данного вещества могла обернуться один раз на Земле в том или ином процессе.

Время, достаточное для полного оборота вещества:

Вещество	Время (годы)
Углекислый газ атмосферы (через фотосинтез)	300
Кислород атмосферы (через фотосинтез)	2000
Вода океана (путём испарения)	1.000.000
Азот атмосферы (путём окисления электрическими разрядами, фотохимическим путём и биологической фиксацией)	100.000.000
Вещество континентов (путём денудации — выветривания)	100.000.000

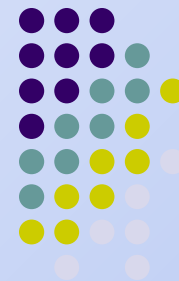


# УГЛЕРОД

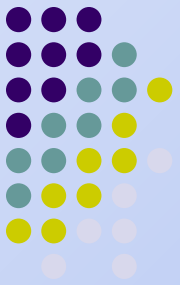
	Масса (т)
Животные	$5 \cdot 10^9$
Растения	$5 \cdot 10^{11}$
Атмосфера	$6,4 \cdot 10^{11}$
Океан	$3,8 \cdot 10^{13}$
Массив.крист.породы	$1,7 \cdot 10^{14}$
Граниты	$2,9 \cdot 10^{15}$
Уголь, нефть и т.д.	$6,4 \cdot 10^{15}$
Крист.сланцы	$1 \cdot 10^{16}$
Карбонаты	$1,3 \cdot 10^{16}$
Итого	$3,2 \cdot 10^{16}$

Углерод — основной биогенный элемент; играет важнейшую роль в образовании живого вещества биосферы.  $\text{CO}_2$  из атмосферы в процессе фотосинтеза ассимилируется и превращается в органические соединения растений. Растительные организмы, особенно низшие микроорганизмы, морской фитопланктон, благодаря исключительной скорости размножения продуцируют в год около  $1,5 \cdot 10^{11} \text{ т}$  углерода в виде органической массы, что соответствует  $5,86 \cdot 10^{20} \text{ дж}$  ( $1,4 \cdot 10^{20} \text{ кал}$ ) энергии.

# Круговорот углерода



# АЗОТ



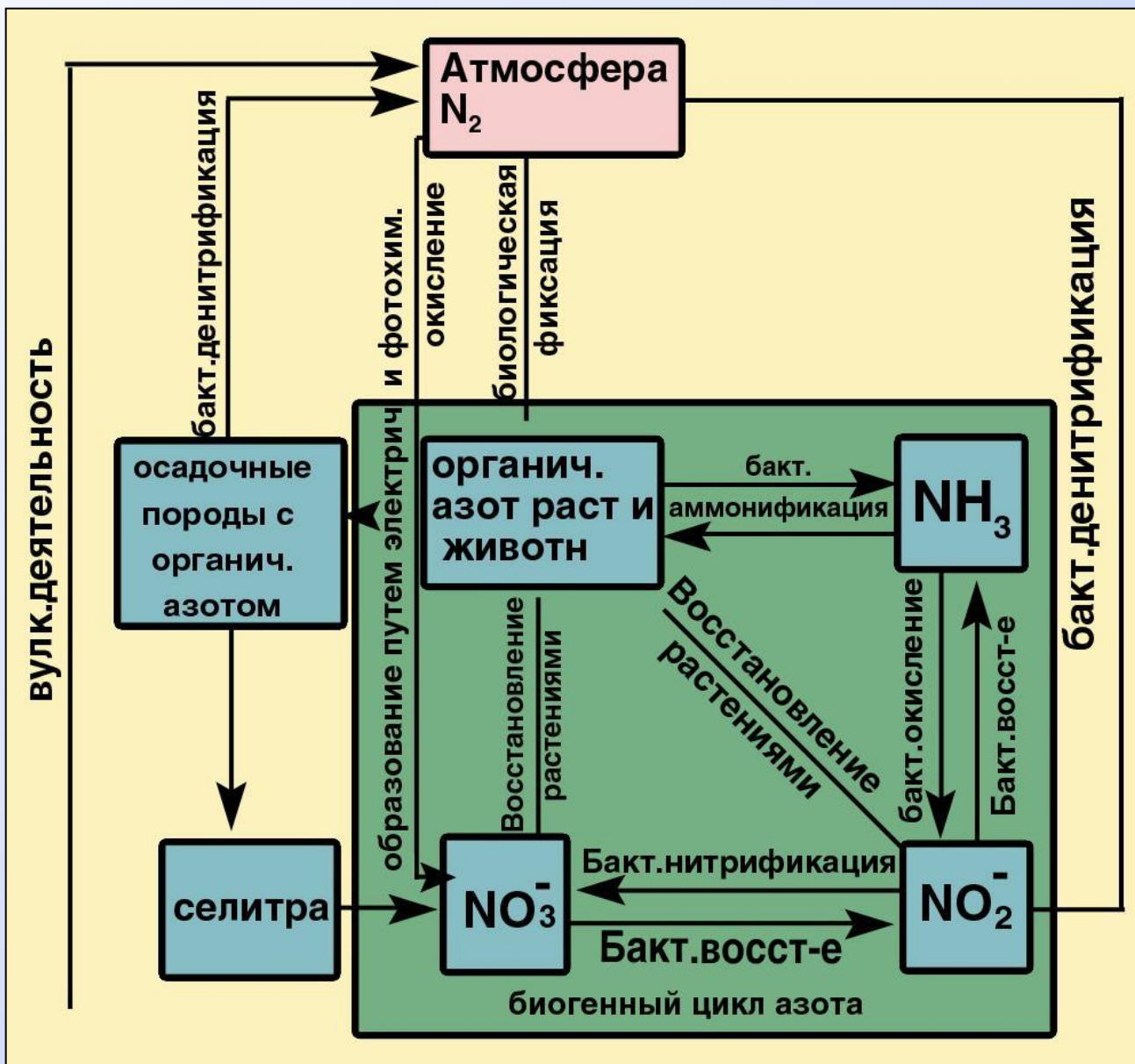
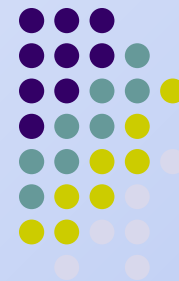
Источником азота на Земле был вулканогенный  $\text{NH}_3$ , окисленный  $\text{O}_2$ . Основная масса азота - в виде газа  $\text{N}_2$  в атмосфере.

Пути его вовлечения в биогенный круговорот:

- 1) процессы электрического (в тихом разряде) и фотохимического окисления азота воздуха, дающие разные окислы азота, которые растворяются в дождевой воде и вносятся т. о. в почвы, воду океана (30мг нитратов на 1 кв.м. в год);
- 2) биологическая фиксация  $\text{N}_2$  клубеньковыми бактериями, свободными азотфиксаторами и др. микроорганизмами. (100мг нитратов на 1 кв.м. в год).

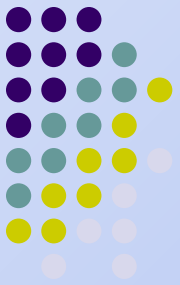
Значение азота в обмене веществ - входит в состав белков и их разнообразных производных.

# Круговорот азота



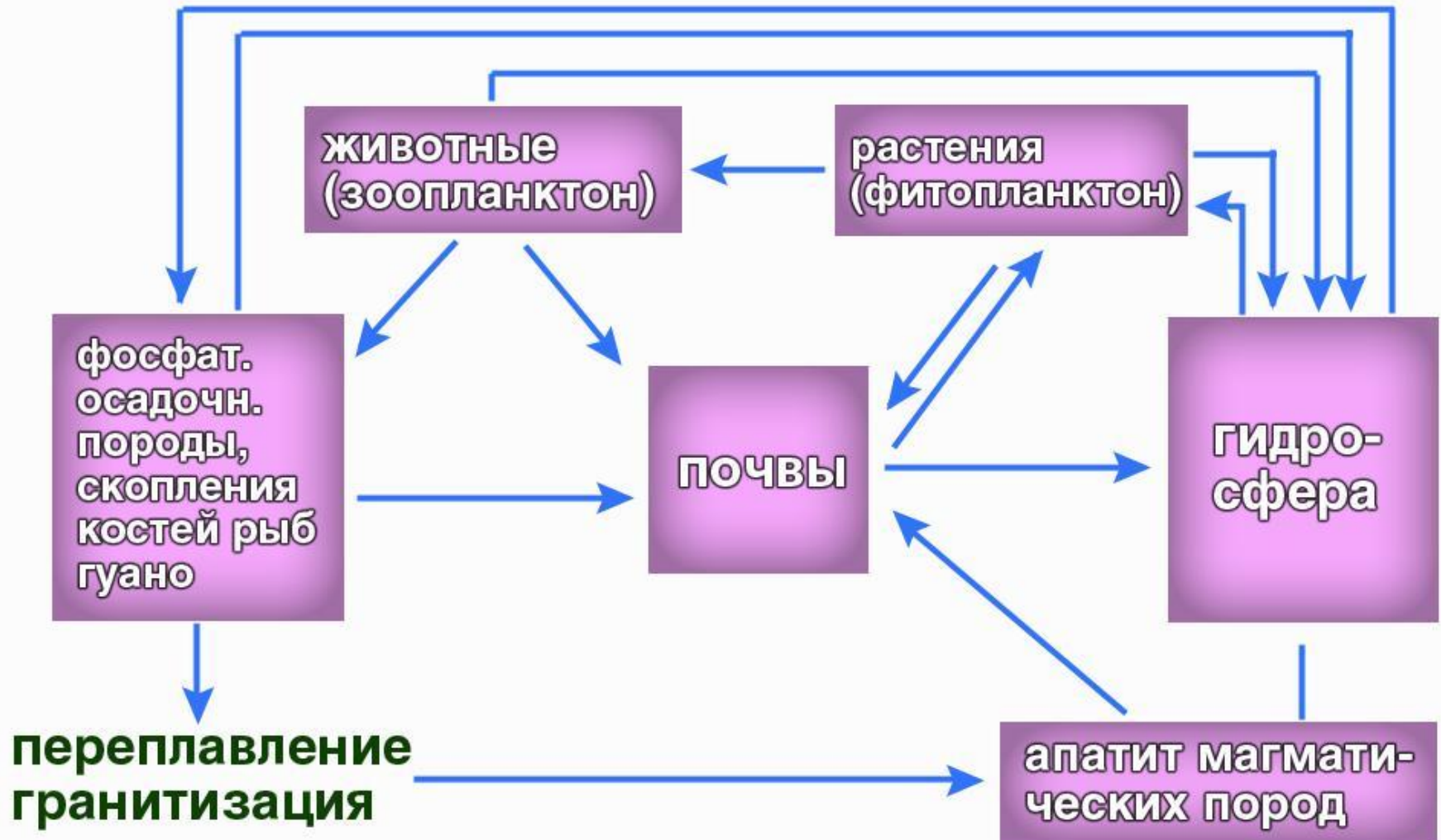
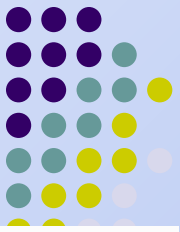


# ФОСФОР

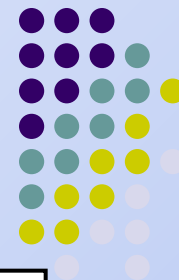


Источник фосфора в биосфере – апатит (в магматических породах). В превращениях фосфора большую роль играет живое вещество. Организмы извлекают фосфор из почв, водных растворов. Фосфор входит в состав белков, нуклеиновых кислот, лецитинов, фитина и др. органических соединений; особенно много фосфора в костях животных. С гибелью организмов фосфор возвращается в почву и в донные отложения. Он концентрируется в виде морских фосфатных конкреций, отложений костей рыб, гуано, что создаёт условия для образования богатых фосфором пород, которые, в свою очередь, служат источниками фосфора в биогенном цикле.

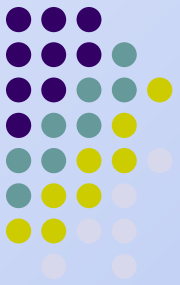
# Круговорот фосфора



# Круговорот воды

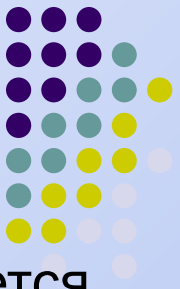


# круговорот кальция



Известняки (как и др. породы) на континенте разрушаются - растворимые соли кальция реками сносятся в море (ежегодно около  $5 \cdot 10^8$  т кальция. В тёплых морях углекислый кальций интенсивно потребляется низшими организмами — фораминиферами, кораллами и др. — на постройку своих скелетов. После гибели этих организмов их скелеты из углекислого кальция образуют осадки на дне морей - формируется порода — известняк. При регрессии моря известняк обнажается, оказывается на суше и начинается процесс его разрушения. Но состав вновь образующегося известняка несколько иной. Так, оказалось, что палеозойские известняки более богаты углекислым магнием, известняки же более молодые — беднее углекислым магнием. При излиянии лавы известняки частично могут быть ею ассимилированы, т. е. войти в большой круговорот веществ.

# Круговорот серы



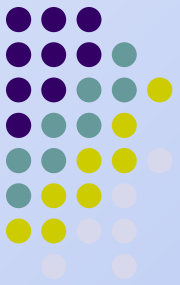
Сера в виде трёхокси ( $\text{SO}_3$ ), двуокиси ( $\text{SO}_2$ ), сероводорода ( $\text{H}_2\text{S}$ ) и главным образом элементарной серы выбрасывается вулканами.

В природе - сульфиды металлов: железа, свинца, цинка и др. Сульфидная сера окисляется в биосфере при участии микроорганизмов до сульфатной серы ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) почв и водоёмов.

Сульфаты поглощаются растениями. В организмах сера входит в состав аминокислот и белков.

Процессы разрушения остатков организмов в почвах и в илах морей сопровождаются очень сложными превращениями серы. При разрушении белков с участием микроорганизмов образуется сероводород, который далее окисляется до элементарной серы или до сульфатов.

Сероводород может вновь образовать «вторичные» сульфиды, а сульфатная сера — залежи гипса. Сульфиды и гипс вновь подвергаются разрушению, и сера возобновляет свою миграцию.



# Задание:

Самостоятельно предложить схему круговорота с участием конкретных организмов и факторов неживой природы для:

1. Кислорода
2. Железа
3. Углерода
4. Азота