

A decorative graphic on the left side of the slide, consisting of a light green vertical bar and a dark blue horizontal bar with rounded ends.

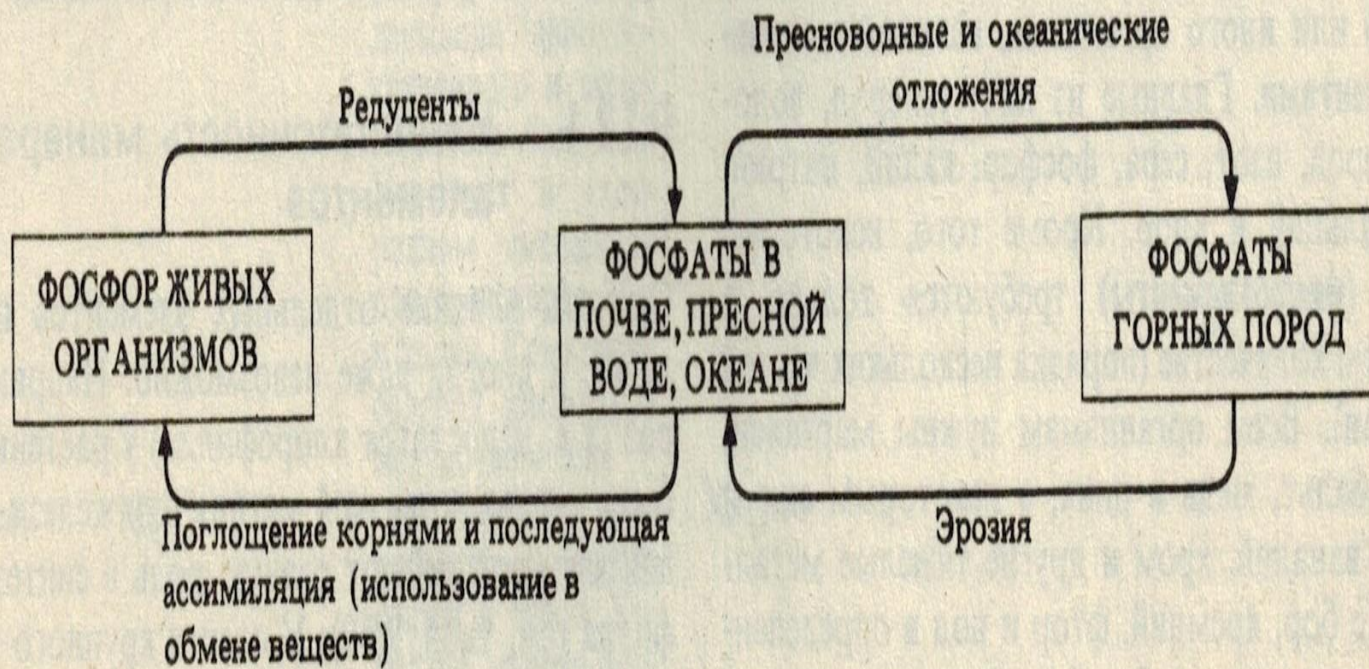
# БИОГЕОХИМИЧЕСКИЙ цикл фосфора

# 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**

Фосфор – один из основных компонентов живого вещества и входит в состав нуклеиновых кислот (ДНК и РНК), клеточных мембран, аденозинтрифосфата (АТФ) и аденозиндифосфата (АДФ), жиров, костей и зубов. Круговорот фосфора, как и других биогенных элементов, совершается по большому и малому циклам.

- **Особенность биогеохимического цикла фосфора заключается в том, что, в отличие от азота и углекислого газа, резервным фондом его являются горные породы и отложения, образовавшиеся в прошлые геологические эпохи**
- **Фосфор очень медленно перемещается из фосфатных пород на суше к живым организмам и обратно.**



# Круговорот фосфора

- Запасы фосфора, доступные живым существам, полностью сосредоточены в литосфере.
- Основные источники неорганического фосфора – изверженные или осадочные породы. Фосфаты растворимы в воде, но не летучи. В земной коре содержание фосфора не превышает 1%, что лимитирует продуктивность экосистем.

# Круговорот фосфора

- Из пород земной коры неорганический фосфор вовлекается в циркуляцию континентальными водами. Он поглощается растениями, которые при его участии синтезируют различные органические соединения и таким образом включаются в трофические цепи.
- Затем органические фосфаты вместе с трупами, отходами и выделениями живых существ возвращаются в землю, где снова подвергаются воздействию микроорганизмов и превращаются в минеральные формы, употребляемые зелёными растениями.

# Круговорот фосфора

- В экосистеме океана фосфор приносится текучими водами, что способствует развитию фитопланктона и живых организмов. Одновременно происходит постоянное оседание (седиментация) органических веществ.
- Осевший на небольшой глубине органический фосфор возвращается в круговорот.
- Фосфаты, отложенные на больших морских глубинах не участвуют в малом круговороте. Однако тектонические движения способствуют подъёму осадочных пород к поверхности.



# Круговорот фосфора

- В наземных системах круговорот фосфора проходит в оптимальных естественных условиях с минимумом потерь.
- По пищевым цепям фосфор переходит от растений ко всем прочим организмам экосистемы. При каждом переходе велика вероятность окисления содержащего фосфор соединения в процессе клеточного дыхания для получения организмом энергии.
- Когда это происходит, фосфат в составе мочи или ее аналога вновь поступает в окружающую среду, после чего снова может поглощаться растениями и начинать новый цикл.

# Круговорот фосфора

- Попадая в водоемы, фосфор насыщает, а иногда и перенасыщает экосистемы.
- Что-то может вернуться на сушу с помощью рыбоядных птиц, но это очень небольшая часть общего количества, оказывающаяся к тому же вблизи побережья.
- Океанические отложения фосфата со временем поднимаются над поверхностью воды в результате геологических процессов, но это происходит в течение миллионов лет.

# Круговорот фосфора

- фосфат циркулируют в экосистеме лишь в том случае, если содержащие их "отходы" жизнедеятельности откладываются в местах поглощения данного элемента. В естественных экосистемах так в основном и происходит.

# Круговорот фосфора

- Фосфор концентрируется живым веществом, где его содержание примерно в 10 раз больше, чем в земной коре.
- Вследствие легкой окисляемости фосфор в свободном состоянии в природе не встречается.
- Из природных соединений фосфора самым важным является ортофосфат кальция, который в виде минерала фосфорита иногда образует большие залежи.
- В растениях фосфор содержится главным образом в белках семян, в животных организмах - в белках молока, крови, мозговой и нервной тканей.

# Круговорот фосфора

- Организмы усваивают фосфор из почв, водных растворов.
- Деятельность человека в настоящее время направлена на увеличение содержания фосфора в окружающей среде (фосфатизация суши).
- Она происходит за счёт вылова продуктов моря, богатых фосфором, и главным образом в результате извлечения фосфора для производства фосфорных удобрений, различных фосфорсодержащих препаратов.

# Круговорот фосфора

Микориза - симбиотическое обитание грибов на корнях и в тканях корней высших растений. В микоризе гриб получает от корней углеводы и снабжает растение водой и минеральными элементами питания



## Круговорот фосфора

### Потребляется фосфор:

- растениями и животными для построения белков протоплазмы
- в промышленном производстве удобрений, моющих средств и рыбопродуктов.

## Круговорот фосфора

**Поступление фосфора** в круговорот происходит

- в процессе эрозии фосфатных пород
- вследствие минерализации продуктов жизнедеятельности и органических остатков растений и животных.



## Круговорот фосфора

- Образующиеся при минерализации органических веществ фосфаты поступают с отходами и сточными водами в наземные и водные экосистемы, где вновь могут потребляться растениями в процессе фотосинтеза.

## Круговорот фосфора

- Вынос фосфатов на сушу осуществляется в основном с рыбой. Но это не компенсирует их поток с суши в море
- Механизмы возвращения фосфора в круговорот в природе недостаточно эффективны и не возмещают той его части, которая захоранивается в осадках.

## Круговорот фосфора

- Добывается ежегодно около 2 млн. т фосфорсодержащих пород.
- Большая часть этого фосфора попадает в море с мощными средствами, в производстве которых он используется, и с удобрениями,  
т. е. выключается из круговорота

- **деятельность человека приводит к потерям фосфора из круговорота:**
- **--избыточное поступление в водоемы из антропогенных источников и последующее захоронение в глубоководных океанических осадках**

# источники поступления фосфора в океаны

- бытовые сточные воды, обогащенные фосфорсодержащими моющими средствами;
- промышленные сточные воды от предприятий, производящих удобрения;
- поверхностный сток с сельскохозяйственных угодий.
- после биологической очистки сточные воды обогащаются минеральным фосфором вследствие интенсификации минерализации органических веществ на очистных сооружениях

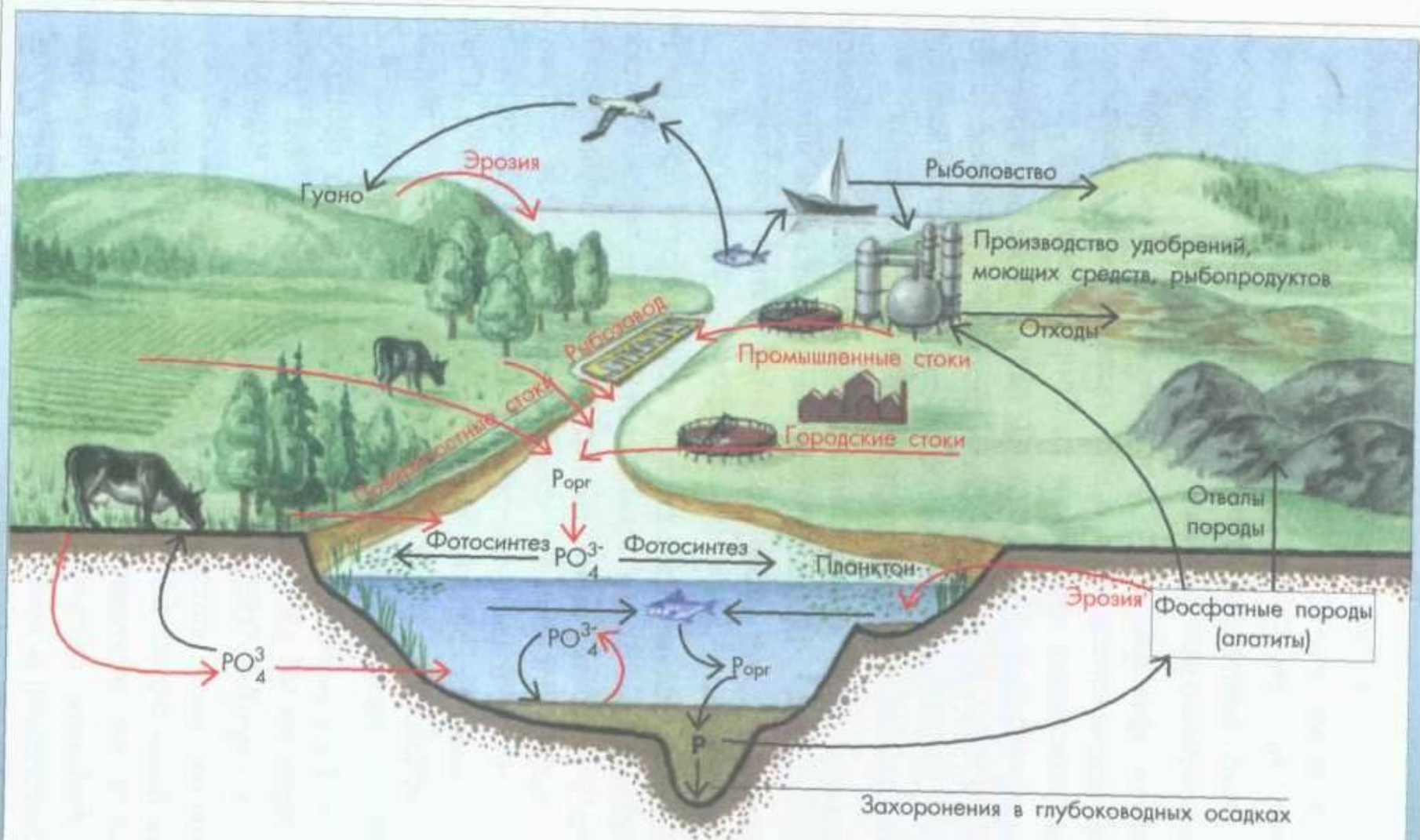


Рис. 4.7. Биотический круговорот фосфора:  $\rightarrow$  - потребление фосфора;  $\rightarrow$  - поступление фосфора