

# **Роль живых организмов в биосфере**

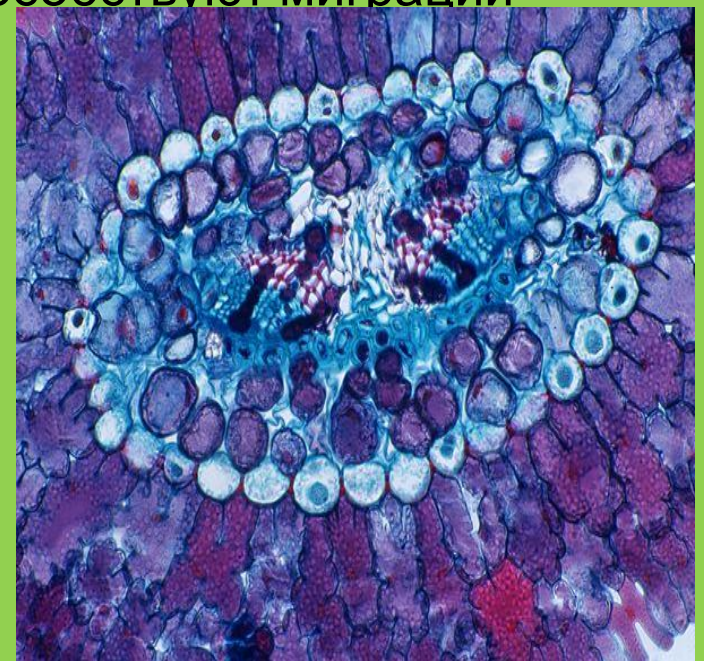
# Роль живого вещества в биосфере

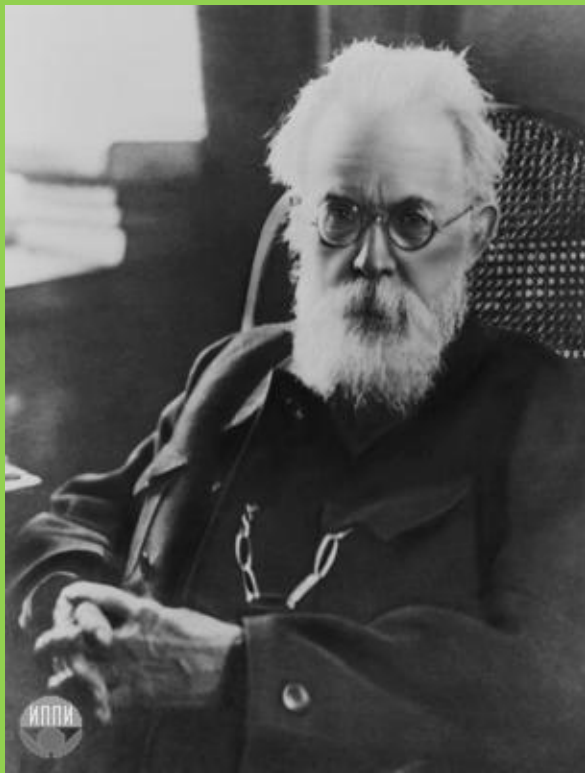
Основное внимание в учении о биосфере В. И. Вернадский уделял роли живого

вещества. Ученый писал: «Живые организмы являются функцией биосферы и

теснейшим образом материально и энергетически с ней связаны, являются огромной геологической силой, ее определяющей». Благодаря способности к

росту, размножению и расселению, в результате обмена веществ и преобразования энергии живые организмы способствуют миграции

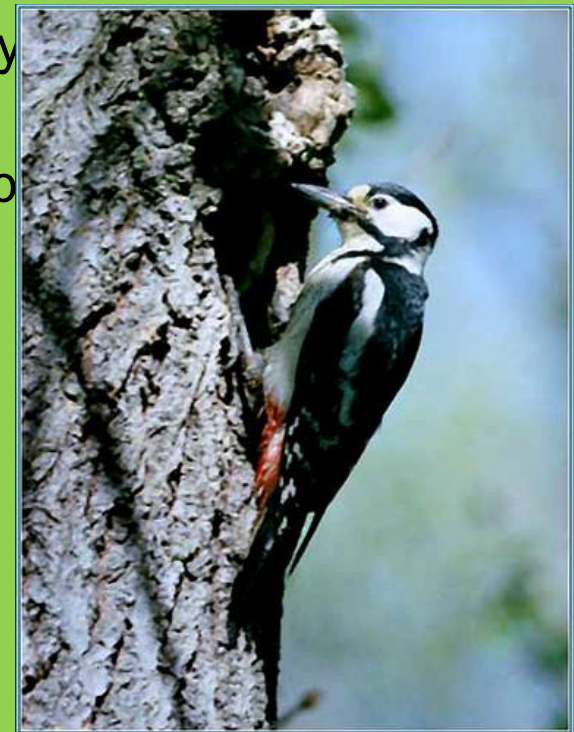




В. И. Вернадский сравнивал массовые миграции животных, например стаи саранчи, по масштабам переноса химических элементов с перемещением целого горного массива.

В живой природе обнаружено около 90 химических элементов, т. е. большая часть всех известных на сегодняшний день. Нет никаких специальных элементов, характерных только для живых организмов, поэтому за всю историю существования биосферы атомы большинства элементов, входящих в ее

Между органическим и неорганическим веществом на планете существует неразрывная связь, совершаются постоянный круговорот веществ и превращение энергии. На протяжении всей биологической истории Земли деятельность организмов определяла состав атмосферы (фотосинтез, дыхание), состав и структуру почв (деятельность редуцентов), содержание различных веществ в водной среде. Продукты метаболизма одних организмов, попадая в окружающую



сь дру

лись р

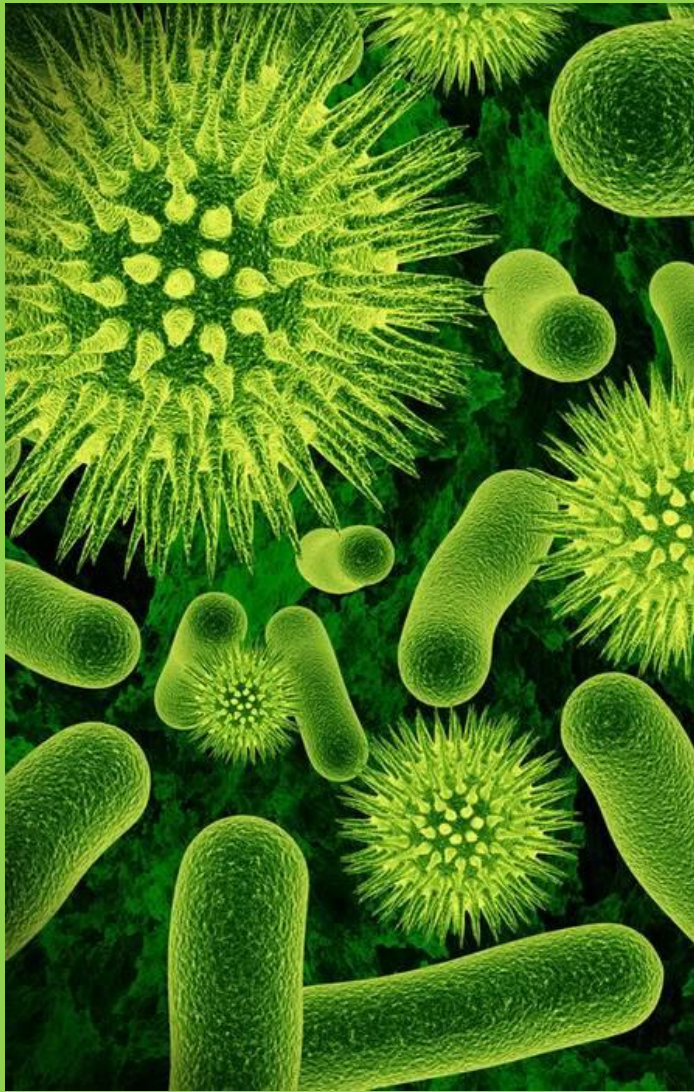
ые



Многие организмы способны избирательно поглощать и накапливать различные химические элементы в виде органических и неорганических соединений. Например, хвощи аккумулируют из окружающей среды кремний, губки и некоторые водоросли — иод. В результате деятельности разных бактерий образованы многие месторождения серы, железных и марганцевых руд.

Из тел ископаемых растений и планктонных организмов сформировались залежи каменного угля и запасы нефти. Скелеты мелких планктонных водорослей и ракушек морских простейших сложились в гигантские толщи известняковых пород





Особую роль в биосфере играют микроорганизмы. Не будь их, круговорот веществ и энергии не смог бы осуществляться и поверхность планеты была бы

покрыта толстым слоем растительных остатков и трупов животных

Лишайники, грибы и бактерии активно участвуют в разрушении горных пород. Их работу поддерживают растения, чьи корневые системы прорастают в







Кроме деятельности живых организмов на состояние нашей планеты влияют и другие процессы. Во время вулканических извержений в атмосферу выбрасывается огромное количество различных газов, частички вулканического пепла, изливаются потоки расплавленных магматических пород. В результате

ТИПЫ  
КРУГОВОРОТОВ  
ВЕЩЕСТВ

```
graph TD; A[ТИПЫ КРУГОВОРОТОВ ВЕЩЕСТВ] --> B[большой (геологический)]; A --> C[малый (биотический)];
```

большой  
(геологический)

малый  
(биотический)

- большой (геологический) - продолжающийся миллионы лет, заключается в том, что горные породы подвергаются разрушению, а продукты выветривания (в том числе растворимые в воде питательные вещества) сносятся потоками воды в Мировой океан, где они образуют морские напластования и лишь частично возвращаются на сушу с осадками. Геотектонические изменения, процессы опускания материков и поднятия морского дна, перемещения морей и океанов в течение длительного времени приводят к тому, что эти напластования возвращаются на сушу и процесс начинается вновь.
- малый (биотический) - (часть большого), происходит на уровне экосистемы и состоит в том, что питательные вещества, вода и углерод аккумулируются в веществе растений, расходуются на построение тела и на жизненные процессы как самих этих растений, так и других организмов (как правило животных), которые поедают эти растения (консументы). Продукты распада органического вещества под действием деструкторов и микроорганизмов (бактерии, грибы, черви) вновь разлагаются до минеральных компонентов, доступных растениям и вовлекаемых ими в потоки вещества.

# Круговорот воды.

Особое значение для существования биосферы имеет круговорот воды. С поверхности океанов испаряется огромная масса воды, которая частично переносится ветрами в виде пара и выпадает в виде осадков над сушей.

Обратно

в океан вода возвращается через реки и грунтовые воды. Однако важнейшим

участником





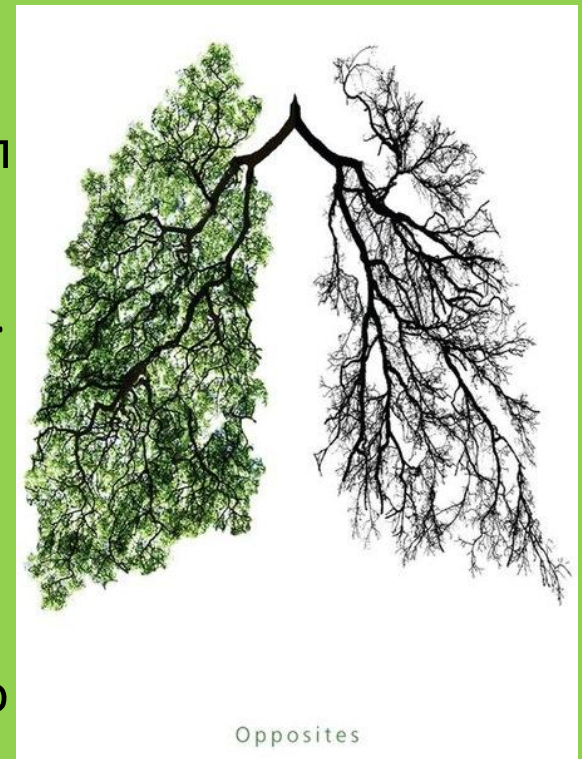
В процессе жизнедеятельности растения поглощают из почвы и испаряют в атмосферу огромное количество воды. Так, участок поля, который за сезон дает урожай массой в 2 т, потребляет около 200 т воды. В экваториальных районах земного шара леса, задерживая и испаряя воду, значительно смягчают климат.

# КРУГОВОРОТ КИСЛОРОДА

- Кислород атмосферы имеет биогенное происхождение и его циркуляция в биосфере осуществляется путем пополнения запасов в атмосфере в результате фотосинтеза растений и поглощения при дыхании организмов и сжигании топлива в хозяйстве человека. Кроме того, некоторое количество кислорода образуется в верхних слоях атмосферы при диссоциации воды и разрушении озона под действием ультрафиолетового излучения; часть кислорода расходуется на окислительные процессы в земной коре, при вулканических извержениях и др.



- Продуценты в процессе фотосинтеза выделяют кислород в атмосферу. Атмосферный кислород используется в процессе дыхания. Часть его превращается в углекислый газ, а остатки передаются по цепям питания. После гибели организмов редуценты, используя кислород, разлагают органические вещества до воды и углекислого газа. Часть атмосферного кислорода расходуется на окисление неорганических веществ. Естественный цикл завершен.
- Кислород так же превращается в озон и обратно под воздействием солнечных лучей.
- Малая часть кислорода выходит из цикла в виде полезных ископаемых (каменного угля, нефти, газа и т. п.).
- Человек вносит заметные изменения в круговорот кислорода. Сжигаемое ископаемое топливо (каменный уголь, нефть, газ) уменьшает запасы атмосферного кислорода. Использование хлорфторуглеродов истончает озоновый слой, который защищает все живое на Земле от губительных ультрафиолетовых лучей.

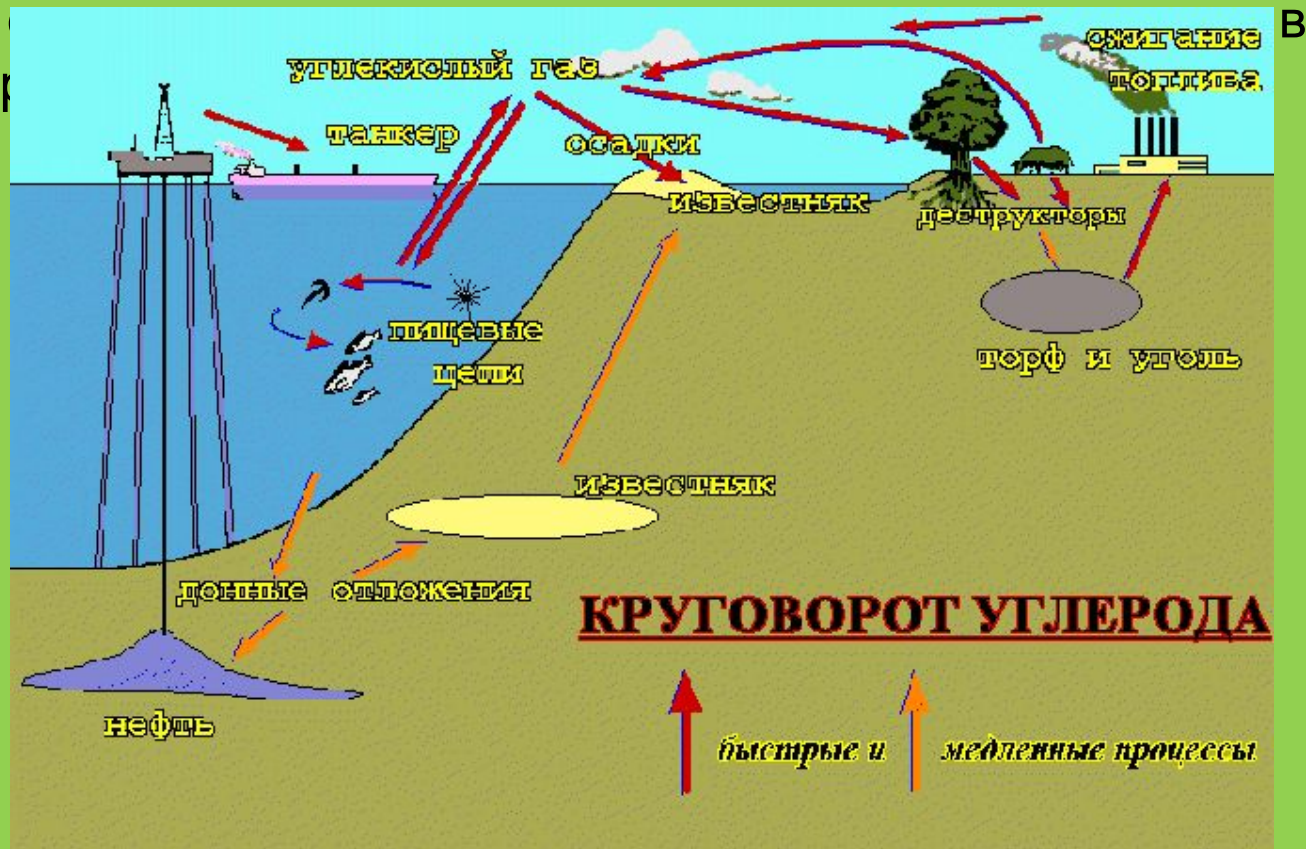


# Круговорот углерода.

Углерод входит в состав всех органических веществ, поэтому его круговорот полностью зависит от жизнедеятельности организмов. В процессе фотосинтеза

растения поглощают углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ) и включают углерод в состав синтезируемых органических соединений. В процессе дыхания животные, растения и микроорганизмы выделяют углекислый газ, и углерод, ранее

входящий в атмосферу







Углерод, растворенный в морях и океанах в виде угольной кислоты ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) и ее ионов, используется организмами для формирования скелета, состоящего из карбонатов кальция (губки, моллюски, кишечнополостные). Причем

На суше около 1% углерода изымается из круговорота, откладываясь в виде торфа. В атмосферу углерод поступает также в результате хозяйственной деятельности человека. В настоящее время ежегодно выбрасывается в воздух

около 5 млрд т углерода при сжигании ископаемого топлива (газ, нефть, уголь) и

1—2 млрд т — при переработке древесины. Каждый год количество углерода в

атмосфере увеличивается, что приводит к нарушению уг

привести к

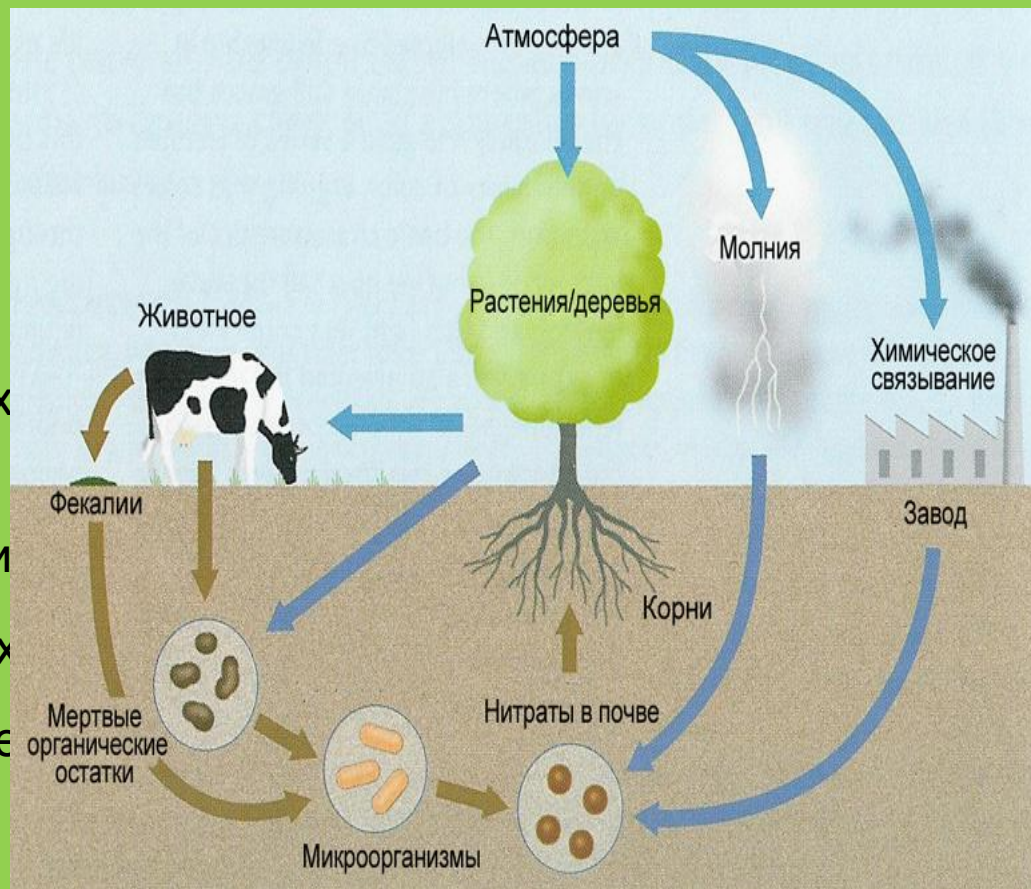




Огромное количество углерода содержится в горных осадочных породах.  
Его  
возвращение в круговорот зависит от вулканической деятельности и

# КРУГОВОРОТ АЗОТА

- Азот — необходимый компонент важнейших органических соединений: белков, нуклеиновых кислот, АТФ и др. Основные его запасы сосредоточены в атмосфере в форме молекулярного азота, недоступного для растений, так как они способны использовать его только в виде неорганических соединений.
- Пути поступления азота в почву и водную среду различны. Так, небольшое количество азотистых соединений образуется в атмосфере во время гроз. Вместе с дождевыми водами они поступают в водную или почвенную среду. Небольшая часть азотистых соединений поступает при извержениях вулканов.



- К прямой фиксации атмосферного молекулярного азота способны лишь некоторые прокариотические организмы: бактерии и цианобактерии. Наиболее активными *азотфиксаторами* являются клубеньковые бактерии, поселяющиеся в клетках корней бобовых растений. Они переводят молекулярный азот в соединения, усваиваемые растениями. После отмирания растений и разложения клубеньков почва обогащается органическими и минеральными формами азота. Значительную роль в обогащении водной среды азотистыми соединениями играют цианобактерии.
- Азотсодержащие органические вещества отмерших растений и животных, а также мочевина и мочева кислота, выделяемые животными и грибами, расщепляются гнилостными (*аммонифицирующими*) бактериями до аммиака. Основная масса образующегося аммиака окисляется *нитрифицирующими бактериями* до нитритов и нитратов, после чего вновь используется растениями. Некоторая часть аммиака уходит в атмосферу и вместе с углекислым газом и другими газообразными веществами выполняет функцию удержания тепла планеты.

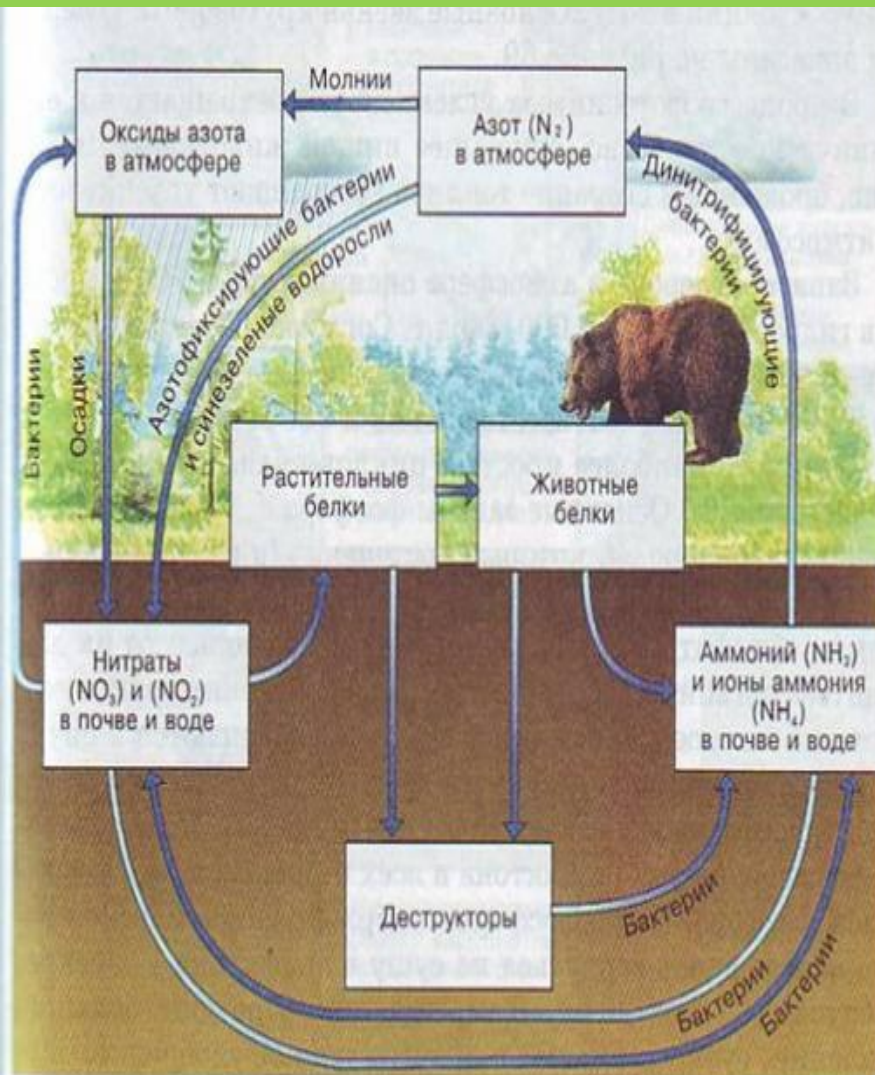
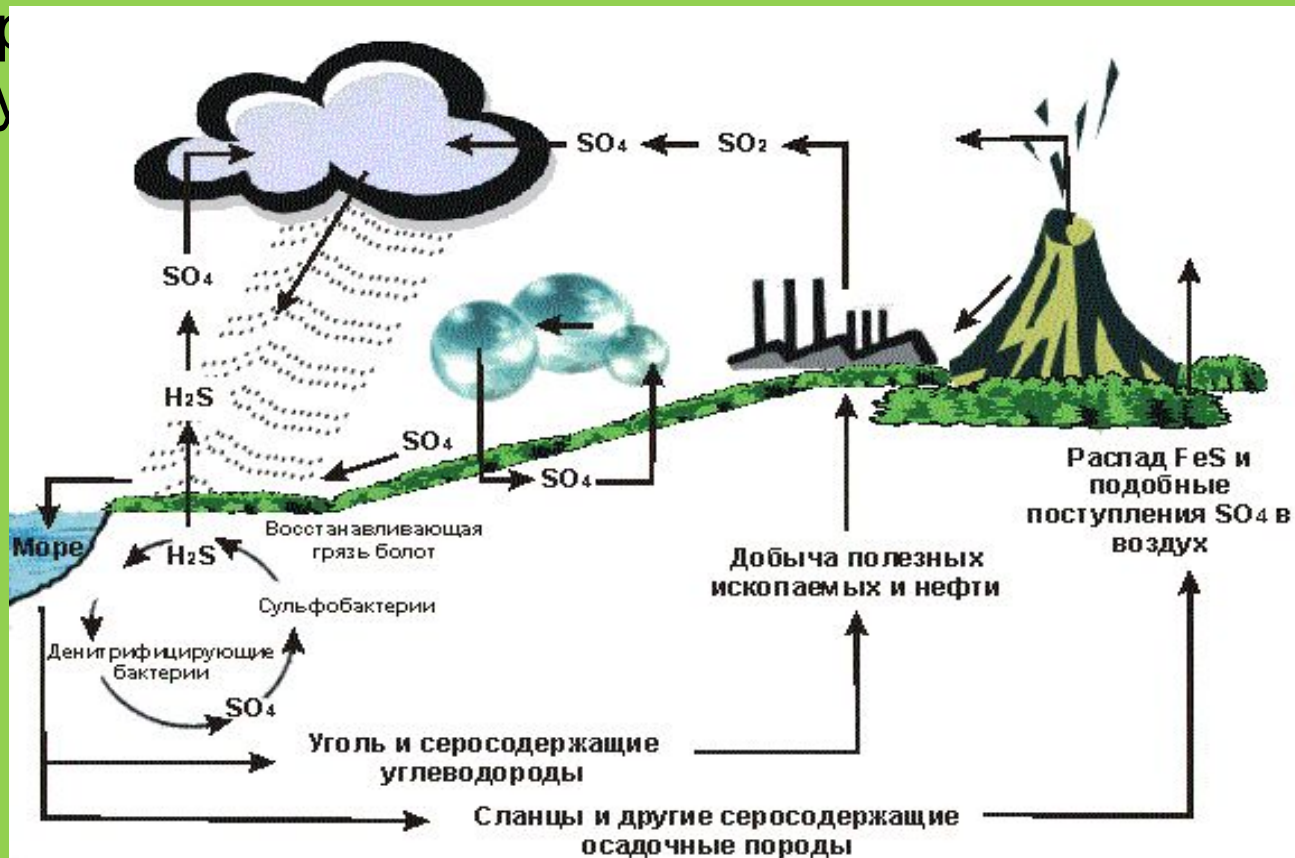


Рис. 68. Биогеохимический цикл азота

# КРУГОВОРОТ СЕРЫ

- *Круговорот серы* в природе поддерживается микроорганизмами. При их участии сульфиды окисляются до сульфатов, сульфаты поглощаются живыми организмами, где сера восстанавливается и входит в состав белков. При гниении отмерших организмов сера возвращается в круговорот.
- *Круговорот серы* охватывает воду, почву и атмосферу. Основные резервы серы находятся в почве и отложениях как в самородном состоянии, так и в виде залежей сульфидных и сульфатных минералов. Ключевым звеном круговорота являются процессы аэробного окисления сульфида до сульфата и анаэробного восстановления сульфата до сульфида. Выделяющийся из воды сероводород окисляется до сульфат-иона атмосферным кислородом. Сульфат-ион - основная форма серы, которая доступна автотрофам.
- *Круговорот серы* находится под сильным влиянием антропогенной деятельности, в первую очередь, в результате сжигания ископаемого топлива. В органических энергоносителях всегда содержится то или иное количество серы, выделяющейся в виде диоксида, который, как и оксиды азота, токсичен для живых организмов. Диоксид серы способен интенсивно поглощаться надземным ассимиляционным аппаратом растений и в сильной степени подавлять процесс фотосинтеза вплоть до некроза и полной гибели листьев. Диоксид серы может реагировать с водяными парами атмосферы, образуя триоксид серы и далее - серную кислоту.

- В природе постепенно происходит *круговорот серы*, подобный круговороту азота или углерода. Растения потребляют серу - ведь ее атомы входят в состав белка.
- Особенно важное значение в *круговороте серы*, видимо, имеют тионовые бактерии, широко распро



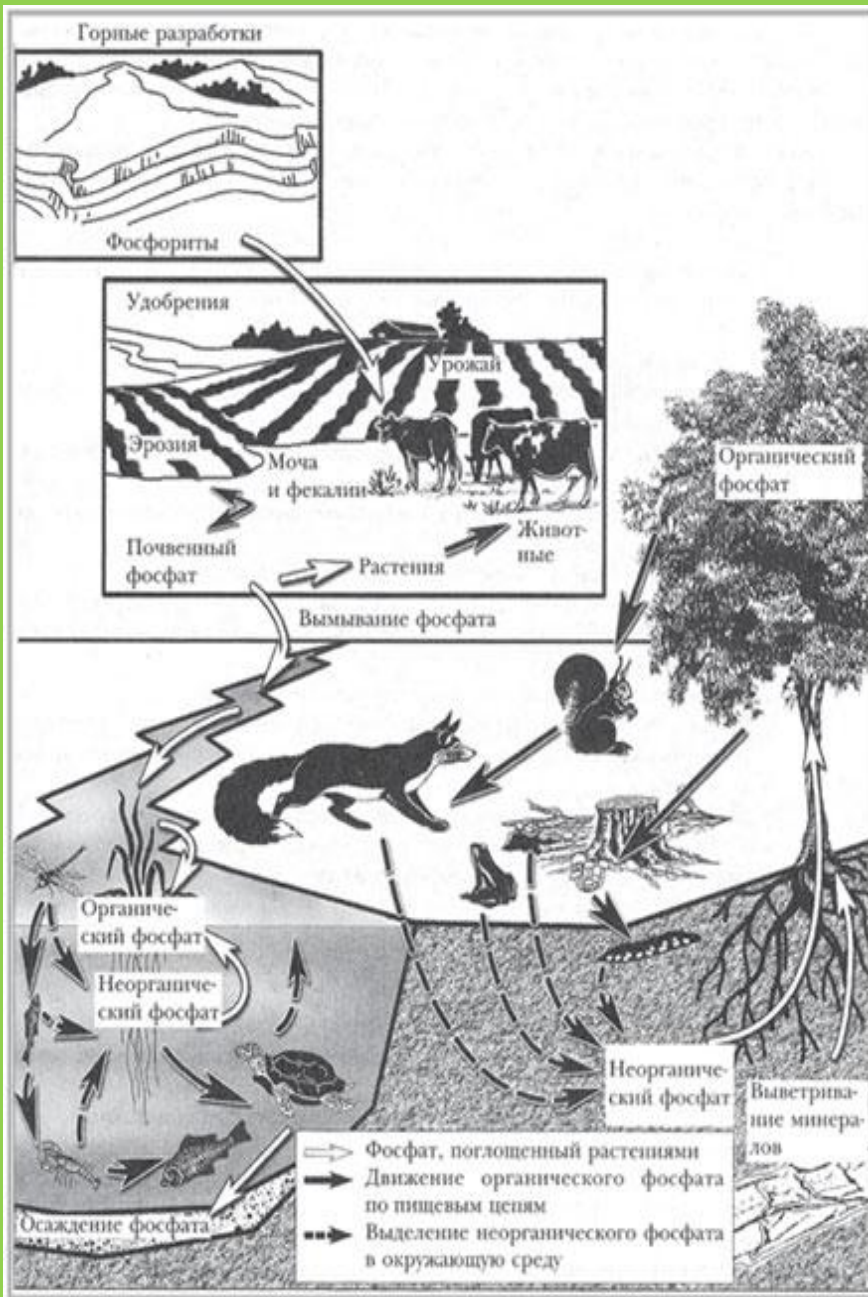
И В

# КРУГОВОРОТ ФОСФОРА

- Фосфор – один из важнейших химических элементов, участвующих в развитии живых организмов. Он входит в состав протоплазмы и большинства животных и растительных белков. Человеку фосфор жизненно необходим для полноценного развития органов и тканей, а также для обеспечения нормальной работы мозга.
- Круговорот фосфора в биосфере состоит из нескольких главных звеньев - это горные породы, почва, растения и животные организмы. Источником большинства фосфорсодержащих соединений в природе является минерал апатит, в состав которого входит от 5 до 36% оксида фосфора. Кристаллики апатита встречаются в магматических породах и в местах их контакта с осадочными. Значительные запасы этого минерала обнаружены в Бразилии и Норвегии, а крупнейшее месторождение находится в Хибинах (Кольский полуостров).
- В процессе выветривания, происходящего под влиянием атмосферных условий, почвенных кислот, живых организмов, апатиты разрушаются и вовлекаются в биохимический круговорот фосфора, охватывающий био-, гидро- и литосферу.

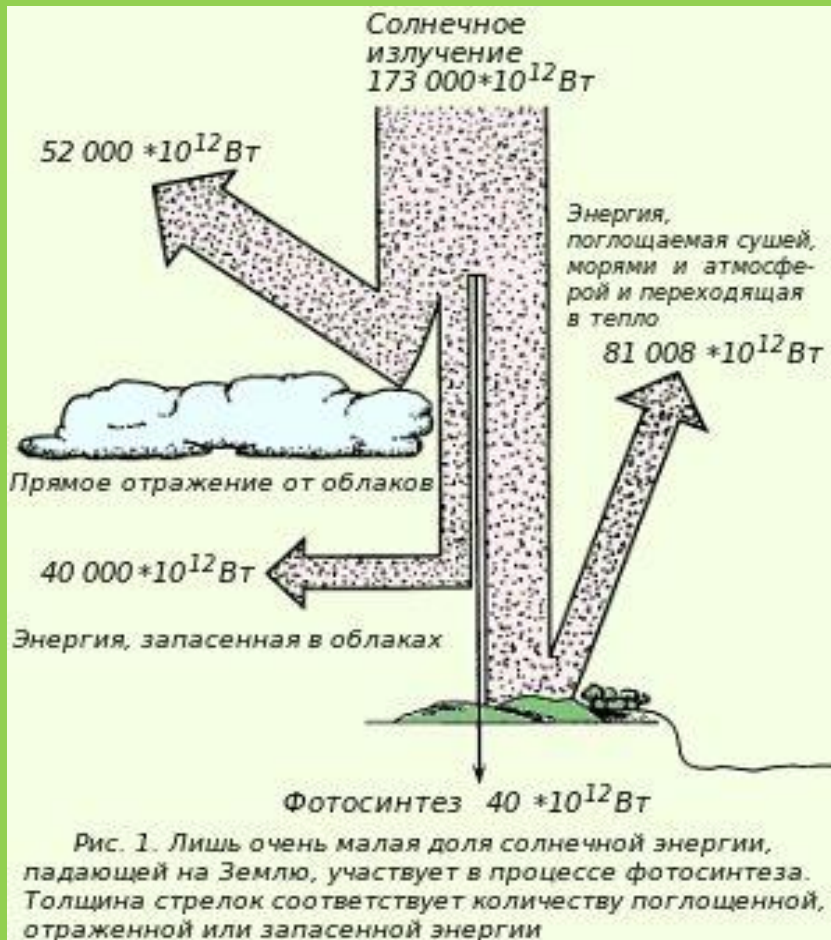






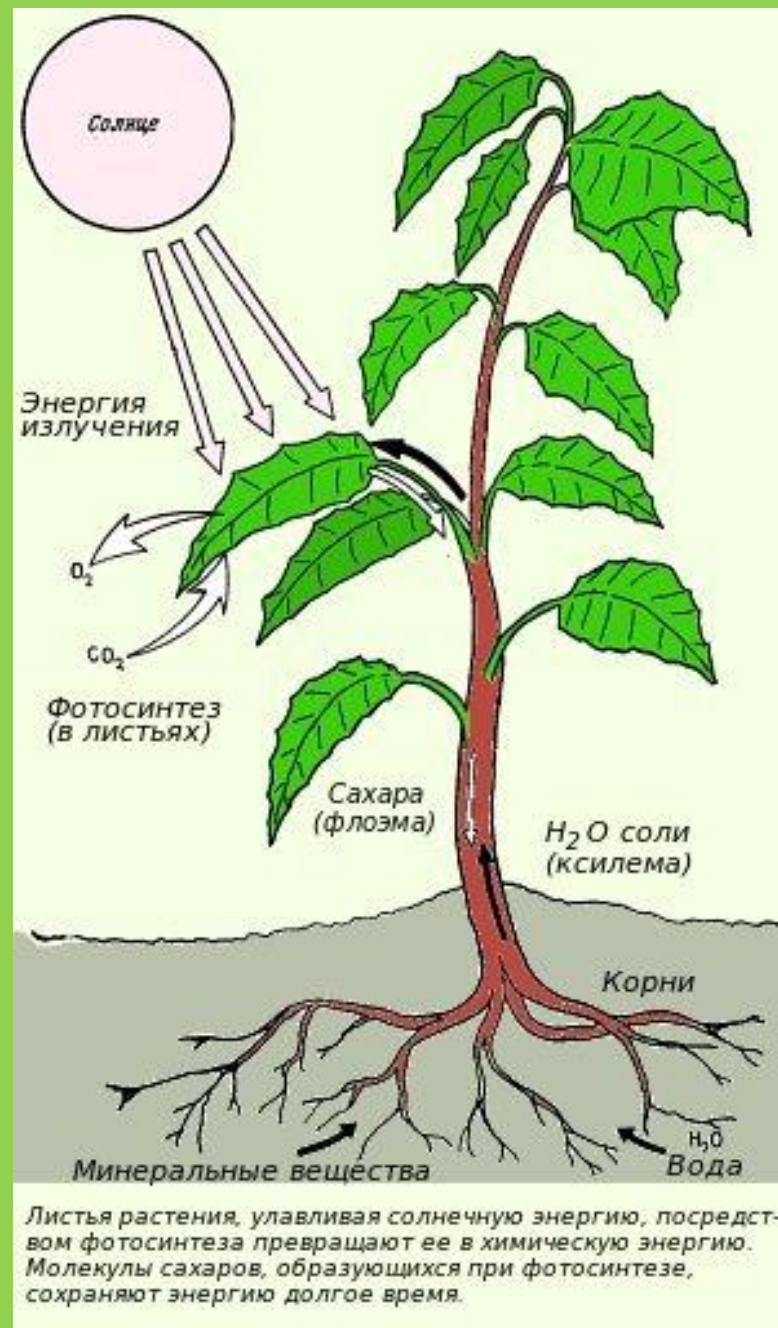
В любом животном организме постоянно происходят физиологические процессы, связанные с расщеплением, синтезом и прочими химическими превращениями фосфорсодержащих соединений. У млекопитающих этот элемент содержится в белках крови, молока, нервной, костной и мозговой тканей. Также он присутствует в составе нуклеиновых кислот – соединений, участвующих в процессах передачи наследственной информации. После гибели животных круговорот фосфора замыкается - элемент возвращается в литосферу, выпадая из биохимического цикла. При определенных условиях (например, при резкой смене климатических условий, при колебаниях солености, температуры, кислотности воды и пр.) происходит массовая гибель организмов и скопление их остатков на морском дне. В результате формируются новые месторождения фосфорсодержащих горных пород осадочного происхождения (например, фосфоритов). Со временем органогенные породы - биолиты -

# ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭНЕРГИИ В БИОСФЕРЕ



- Большая часть приходящей к Земле энергии поглощается атмосферой; это главным образом ультрафиолетовая часть спектра - чрезвычайно опасная для живых организмов. Таким образом теряется 30% падающей на Землю энергии. Около 50% падающей энергии превращается в тепло и вновь излучается во внешнее пространство в форме инфракрасного теплового излучения, а 20% расходуется на испарение воды и образование облаков. И наконец, лишь 0,02% падающей энергии поглощается биосферой.
- Энергия, поглощенная биосферой, идет на совершение биологической работы живыми организмами, направленной на поддержание их жизни.

- Растения поглощают солнечную энергию при помощи хлоропластов включающих в себя пигмент - хлорофилл, который содержится в листьях и определяет зеленый цвет растений. Листья имеют большую поверхность для поглощения солнечного света и отверстия (устьица) для обмена с окружающей средой кислородом и двуокисью углерода. Поглотив электромагнитную энергию солнца растения в процессе фотосинтеза запасают ее в форме сахаров - основного химического источника энергии.
- Необходимая для фотосинтеза вода с содержащимися в ней солями подается от корней по "водопроводной" системе, называемой ксилемой, а образовавшийся сахар (питательные вещества) распределяется по всем частям растения с помощью другой проводящей системы, называемой флоэмой. Ксилема и флоэма образуют циркуляторную систему растения, которая распределяет в растениях питательные вещества и энергию



# Поглощение, превращение и использование энергии

## ЖИВОТНЫМИ

- Животные не могут непосредственно использовать энергию солнечного излучения для осуществления своей жизнедеятельности. Так как у них нет системы фотосинтеза, они получают энергию поедая или растения (травоядные), или других животных, питающихся растениями (плотоядные).
- В организме животных в процессе переваривания сложных компонентов пищи, происходит ее разложение на более простые, которые всасываются в кишечнике, поступают в кровь и разносятся по всему организму. При этом происходит высвобождение энергии, запасенной в пище. Часть этой высвободившейся энергии выделяется в виде тепла, а другая часть запасается организмом в форме химической энергии, которая затем используется при выполнении работы, например, сердцем - при перекачке крови, кишечником - по поглощению питательных веществ, мышцами, - приводящим в движение крылья, лапы и хвосты, ноги и руки. и пр.
- Для создания систем с высоким уровнем генетической и нервной организации (упорядоченных систем) также необходимо затратить энергию. Для эффективного функционирования организм должен иметь программу, содержащую инструкции по работе всех его элементов, и для этой программы нужна информация о внутреннем состоянии и внешнем окружении организма. Совершаемая при этом работа состоит в выработке сигналов, с помощью которых регулируются энергетические процессы, организуются биоструктуры, контролируется расход энергии, необходимой для быстрой реакции организма на внешние раздражители, или стимулируется возникновение других сигналов.

# Ноосфера.

Совместная деятельность живых организмов в течение многих лет создавала, а в дальнейшем поддерживала определенные условия, необходимые

для существования жизни, т. е. обеспечивала гомеостаз биосферы. В. И. Вернадский писал: «На земной поверхности нет химической силы, более постоянно действующей, а потому и более могущественной по своим последствиям, чем живые организмы, взятые в целом»



Однако в последнее время в развитии биосферы все большее значение постепенно приобретал новый фактор – антропогенный. В 1927г.

Французские

ученые Эдуард Леруа и Пьер Тейяр де Шарден ввели понятие «ноосфера».

*Ноосфера — это новое состояние биосферы, при котором разумная деятельность человека становится решающим фактором ее развития.*

В

дальнейшем В. И. Вернадский развил представление о ноосфере как сфере разума.

