

Круговорот веществ в биосфере

Как биосфера сохраняет жизнь
через постоянный обмен веществ?

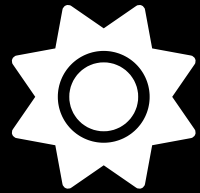


Зачем изучать круговороты веществ

Круговороты показывают, что вещества в природе не исчезают, а переходят из одной формы в другую. Эта тема помогает понять работу экосистем, роль организмов и экологические ограничения для человека.



Биосфера как система обмена



Источник энергии

Главным двигателем круговоротов служит солнечная энергия. Она поддерживает фотосинтез, испарение воды и многие процессы, благодаря которым элементы переходят из одних соединений в другие и снова вовлекаются в жизнь.



Атмосфера

Нижние слои атмосферы участвуют в обмене углерода, азота, воды и серы. Через воздух вещества быстро перемещаются на большие расстояния, связывая сушу, океан, почвы и живые организмы.



Гидросфера

Вода растворяет многие соединения и переносит их между океанами, реками, почвами и организмами. Поэтому водная среда не только обеспечивает жизнь, но и ускоряет перенос химических элементов.



Литосфера

В верхней части литосферы вещества высвобождаются при выветривании горных пород и входят в почвы. Здесь особенно заметны медленные, но важные геологические этапы круговоротов фосфора, серы и углерода.



Живое вещество

Растения, животные, грибы и бактерии непрерывно преобразуют вещества, создавая новые соединения и возвращая элементы в среду. Именно живые организмы делают биосферу динамичной и устойчивой системой.

Роль организмов в круговороте веществ



Продуценты

Зеленые растения и водоросли создают органические вещества из воды, углекислого газа и минеральных солей. Так в экосистемах появляется первичная химическая энергия, доступная другим организмам.

Консументы

Животные и другие потребители используют уже готовое органическое вещество. Переходя по пищевым цепям, оно становится источником энергии и строительного материала для новых тканей.

Редуценты

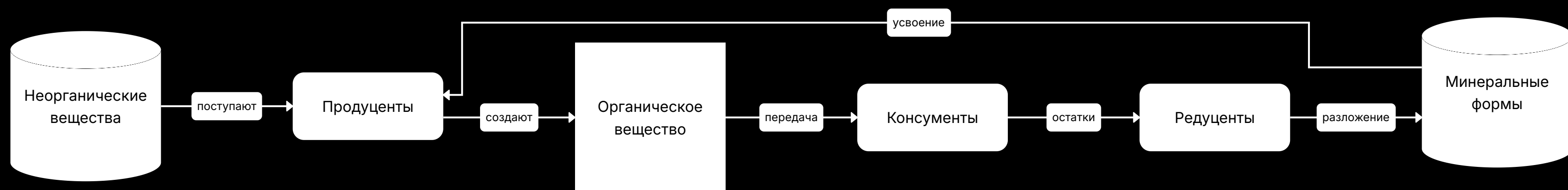
Бактерии и грибы разлагают остатки организмов до минеральных соединений. Благодаря этому элементы возвращаются в почву и воду и снова становятся доступными растениям.

Замыкание цикла

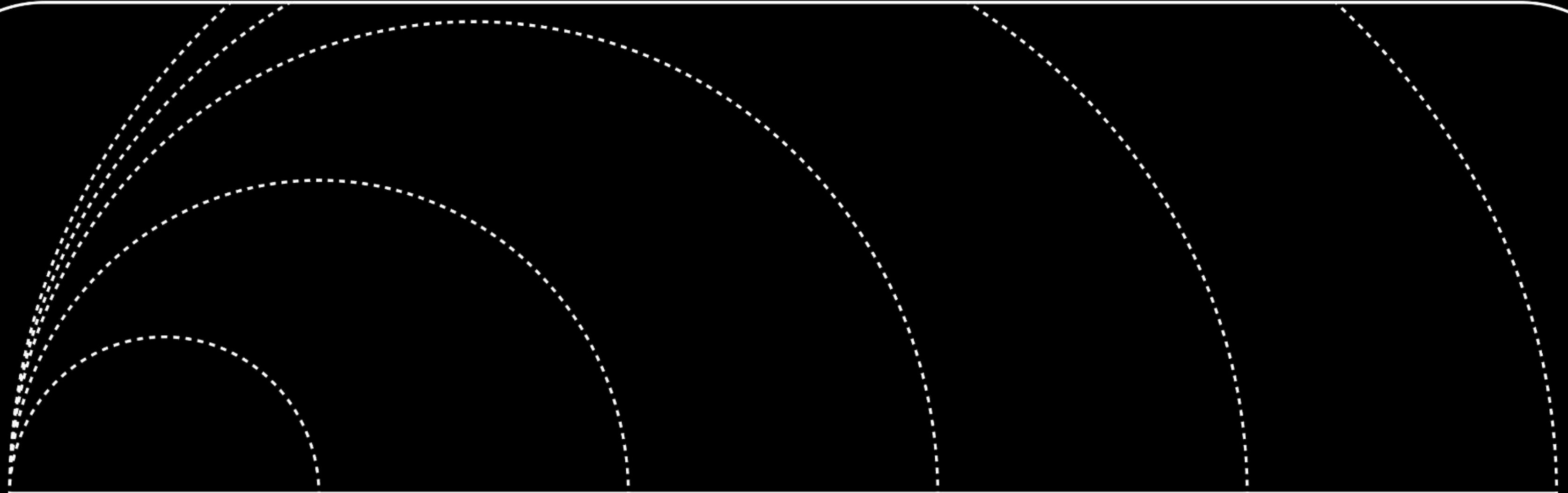
Без редуцентов органические остатки накапливались бы, а вещества надолго выпадали бы из обмена. Именно разложение поддерживает непрерывность круговорота и плодородие экосистем.

Общая схема круговорота веществ

Учебная схема обмена между неживой средой, организмами и редуцентами



Круговорот воды в природе



Испарение

Вода покидает поверхность океанов, суши и организмов, переходя в атмосферу в виде пара.

Конденсация

Водяной пар охлаждается и превращается в капли, из которых формируются облака.

Осадки

Из облаков вода возвращается на Землю в виде дождя, снега или града.

Сток и просачивание

Часть воды стекает по поверхности, а часть просачивается в почву и пополняет подземные воды.

Транспирация

Растения возвращают значительную долю воды в атмосферу через испарение с поверхности листьев.

Распределение воды на Земле

Большая часть пресной воды недоступна для непосредственного использования: она сосредоточена в ледниках и подземных водоносных горизонтах.

Запас пресной воды крайне мал по сравнению с океанической, поэтому его нужно беречь особенно тщательно.

Учебные обобщенные данные о распределении воды на Земле

Круговорот углерода

- 1 Поглощение CO₂**
Растения забирают углекислый газ из атмосферы в процессе фотосинтеза и включают углерод в состав органических веществ, из которых строятся клетки, ткани и органы.
- 2 Передача по цепям**
Углерод переходит от растений к животным и другим организмам вместе с пищей. Так он многократно включается в живую массу разных уровней пищевой цепи.
- 3 Возврат при дыхании**
При дыхании живые организмы выделяют углекислый газ обратно в атмосферу. Это делает обмен углерода постоянным и быстрым в пределах экосистем.
- 4 Разложение и почвы**
После гибели организмов углерод частично накапливается в почвах, а затем возвращается в среду при разложении органики редуцентами, особенно бактериями и грибами.
- 5 Долговременные запасы**
Крупные резервуары углерода находятся в океанах, торфяниках, осадочных породах, а также в угле, нефти и газе, где он может сохраняться очень долго.

Основные потоки углерода между оболочками Земли

Эта схема показывает не запасы углерода, а относительную выраженность ключевых процессов обмена между живым веществом, атмосферой и почвами.

Самый быстрый обмен связан с биологическими процессами, тогда как геологические и океанические потоки идут значительно медленнее.

Учебная схема круговорота углерода; относительная интенсивность потоков показана условно

Круговорот азота

Атмосферный запас

Азот составляет около 78% воздуха, но в молекулярной форме N_2 он почти недоступен большинству организмов. Поэтому биосфере нужны процессы превращения в доступные соединения.

Азотфиксация

Бактерии-азотфиксаторы и молнии переводят молекулярный азот в аммонийные соединения. Именно этот этап открывает азоту путь в живые системы и пищевые цепи.

Нитрификация и усвоение

В почве аммонийные соединения превращаются в нитриты и нитраты. Растения поглощают их корнями и используют азот для синтеза белков и нуклеиновых кислот.

Переход по цепям

Животные получают азот вместе с пищей, а после гибели организмов и выделения отходов он снова попадает в почву через деятельность редуцентов.

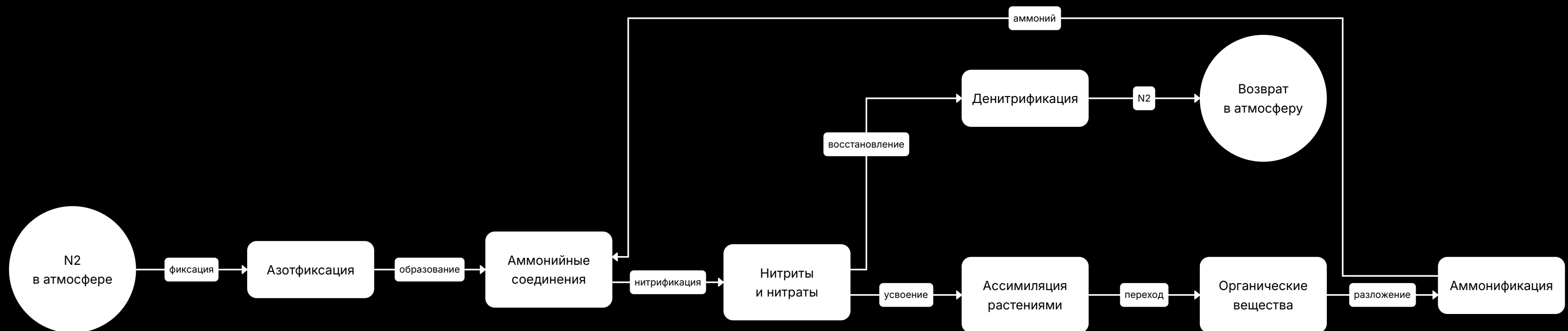
Денитрификация

Некоторые бактерии восстанавливают нитраты до молекулярного азота. В результате азот возвращается в атмосферу, и цикл замыкается.



Этапы азотного цикла

Основано на последовательности процессов азотного цикла: фиксация, нитрификация, ассимиляция, аммонификация и денитрификация.



Сравнение основных биогеохимических циклов

Цикл	Резервуар	Процессы	Скорость
Вода	океан	испарение, осадки	быстрая
Углерод	атмосфера, океаны	фотосинтез, дыхание	быстрая
Азот	атмосфера	фиксация, денитрификация	средняя
Фосфор	породы, почвы	выветривание, усвоение	медленная

Сопоставление показывает, где сосредоточены основные запасы веществ и насколько быстро они перемещаются между оболочками Земли.

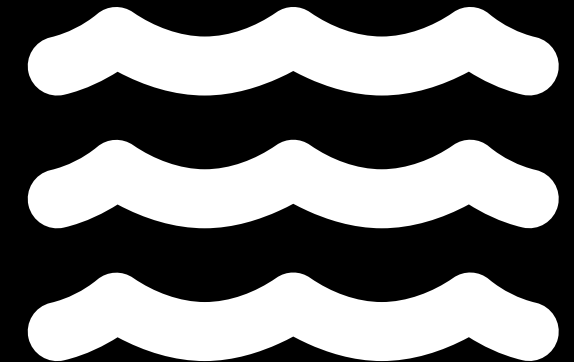
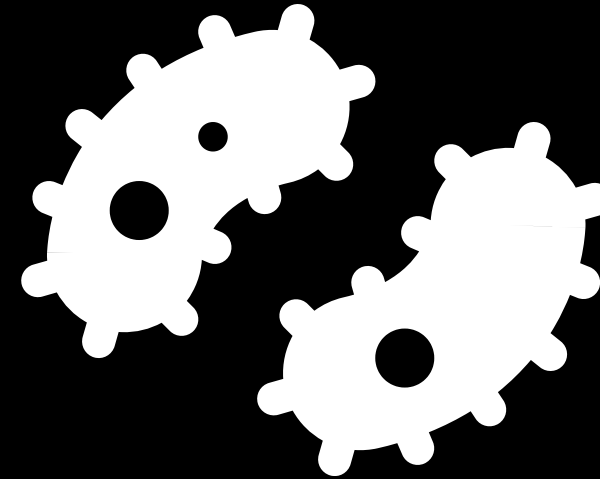
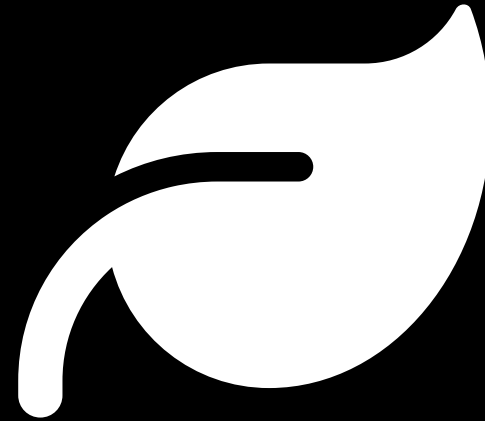
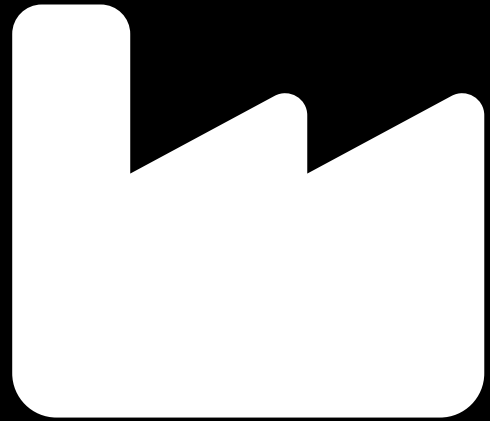
Водный, углеродный и азотный циклы обмениваются веществом быстрее; фосфорный цикл сильнее связан с горными породами и потому идет медленнее.

0%

значимой газовой фазы у фосфора нет, поэтому его круговорот идет медленнее других основных циклов.

Фосфор перемещается главным образом через горные породы, почвы и живые организмы, а не через атмосферу.

Круговорот серы и его биологическое значение



Источники серы

Сера поступает в окружающую среду при вулканизме, разложении органики и сжигании топлива. Эти процессы переводят ее соединения в воздух, воду и почву, откуда они вновь вовлекаются в живые системы.

Роль в организмах

В клетках сера входит в состав аминокислот, белков, ферментов и некоторых витаминов. Поэтому она необходима для обмена веществ, роста тканей и нормальной работы многих биохимических реакций.

Работа микроорганизмов

Бактерии участвуют в окислении и восстановлении соединений серы, меняя их форму и доступность. Благодаря им сульфаты и другие вещества непрерывно переходят между разными средами.

Связь оболочек Земли

Соединения серы циркулируют между воздухом, водой, почвой и организмами. Этот обмен поддерживает химическое равновесие экосистем и влияет на плодородие, состав воздуха и устойчивость природных сообществ.

Влияние деятельности человека на круговороты веществ

Разные виды хозяйственной деятельности воздействуют на круговороты одновременно, меняя состав атмосферы, воды и почв.

Наиболее опасны сочетанные воздействия: они усиливают выбросы углерода, нарушают баланс азота и фосфора и снижают устойчивость экосистем.

Обобщение по теме круговоротов веществ в биосфере

Последствия нарушения природных круговоротов

1 Эвтрофикация водоемов

Избыток азота и фосфора вызывает массовое развитие водорослей. После их отмирания разложение потребляет кислород, и водоем теряет условия для жизни многих организмов.

2 Усиление парникового эффекта

Рост концентрации углекислого газа нарушает углеродный баланс атмосферы. Это усиливает удержание тепла и делает климатические изменения более заметными и долгосрочными.

3 Сбои водного режима

Когда нарушается круговорот воды, чаще возникают засухи и паводки. Одновременно уменьшаются запасы доступной пресной воды, что особенно опасно для населения и сельского хозяйства.

4 Деградация почв

Истощение почв снижает содержание гумуса, ухудшает структуру и уменьшает плодородие. В результате падает урожайность, сокращается разнообразие организмов и ослабевает устойчивость экосистем.



Почва как узел круговорота веществ



Тонкий слой, который держит экосистему

Почва выглядит как неподвижная основа ландшафта, но на самом деле это место постоянного обмена веществ. Здесь встречаются корни, вода, воздух, минеральные частицы и миллионы микроорганизмов, которые непрерывно преобразуют органические остатки в доступные соединения.



Невидимая работа редуцентов

Грибы, бактерии и почвенные животные разрушают опавшие листья, корни и остатки организмов. Их деятельность возвращает минеральные ионы в оборот и создает гумус, который удерживает влагу и питательные вещества.



Плодородие как результат баланса

Плодородие зависит не только от состава почвы, но и от ее структуры, аэрации и влажности. Когда условия нарушаются, растения получают меньше питания, а наземные экосистемы становятся менее устойчивыми.

Как сохранить устойчивость биосферы

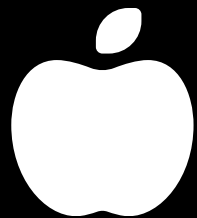
Практические меры помогают уменьшить потери веществ и поддержать природное равновесие в разных частях биосферы.

Снижение потерь веществ и выбросов работает сразу на несколько циклов, поэтому даже локальные меры дают заметный экологический эффект.

Мера	Поддерживает	Эффект	Пример
Лесовосстановление	углерод, вода	поглощение CO ₂	посадка леса
Точное удобрение	азот, фосфор	меньше потерь	дозирование по анализу
Очистка стоков	фосфор, азот	меньше эвтрофикации	очистные сооружения
Экономия воды	водный	снижение нагрузки	водосбережение
Меньше топлива	углерод, сера	меньше выбросов	общественный транспорт

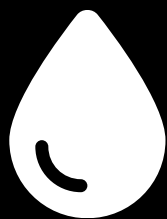
Обобщение по теме антропогенного влияния на биогеохимические циклы

Круговороты веществ и жизнь человека



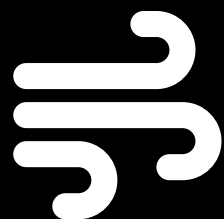
Пища и урожай

Сельское хозяйство зависит от углерода, азота, фосфора и воды. Если круговороты нарушены, почвы беднеют, урожайность падает, а качество продуктов становится менее стабильным.



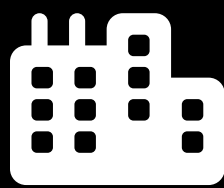
Вода для жизни

Питьевая вода формируется и обновляется в рамках водного цикла. Его нарушения приводят к дефициту ресурсов, загрязнению источников и росту риска для здоровья населения.



Качество воздуха

Состав атмосферы связан с круговоротами углерода, азота и серы. Выбросы транспорта и промышленности меняют этот баланс и увеличивают нагрузку на экосистемы и человека.



Ответственность общества

Понимание круговоротов помогает принимать более взвешенные решения в энергетике, промышленности и быту. Так снижаются экологические риски и сохраняются ресурсы для будущих поколений.

Биосфера существует благодаря обмену веществ

В природе все связано: элементы постоянно переходят из среды в живые организмы и возвращаются обратно. Чем бережнее человек относится к этим связям, тем устойчивее экосистема и выше качество жизни.