

Круговорот веществ в биосфере: основа существования живой природы

Жизнь на Земле держится
на непрерывном обмене веществ между
средой и организмами.

Биосфера и биогеохимические циклы: научный контекст



В. И. Вернадский показал, что живое вещество не только зависит от среды, но и преобразует её. Химические элементы постоянно переходят между оболочками Земли, сохраняя условия, пригодные для жизни и развития экосистем.

Биосфера как система обмена веществ



Границы биосферы

Биосфера включает нижние слои атмосферы, всю гидросферу и верхнюю часть литосферы. Именно здесь сосредоточены основные процессы, связывающие живую и неживую природу в единую систему.

Участники круговорота

Бактерии, грибы, растения и животные по-разному включены в перенос химических элементов. Каждый из этих организмов выполняет свою роль, обеспечивая движение веществ по цепям и звеньям экосистем.

Пути обмена

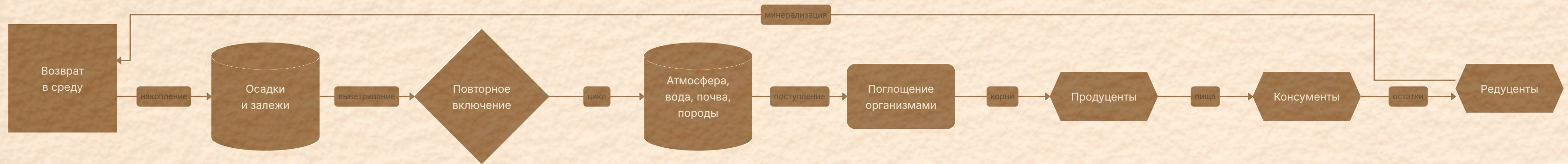
Вещества переходят между компонентами среды через питание, дыхание, выделение, разложение остатков, а также через выветривание пород и осадконакопление. Эти процессы постоянно обновляют состав среды.

Единство системы

Живое и неживое вещество нельзя рассматривать отдельно: они взаимно влияют друг на друга. Поэтому биосфера работает как целостная система, где нарушение одного процесса отражается на всех остальных.

Общая схема биогеохимического цикла

Показаны основные этапы движения химических элементов в биосфере



Роль продуцентов, консументов и редуцентов



Продуценты

Растения, водоросли и некоторые бактерии образуют органическое вещество из неорганических соединений. Благодаря фотосинтезу или хемосинтезу они запускают круговорот, создавая основу для всей пищевой сети.

Консументы

Животные и другие потребители переносят химические элементы по трофическим уровням. Они изменяют распределение веществ в экосистеме, связывая отдельные организмы в общую цепь питания.

Редуценты

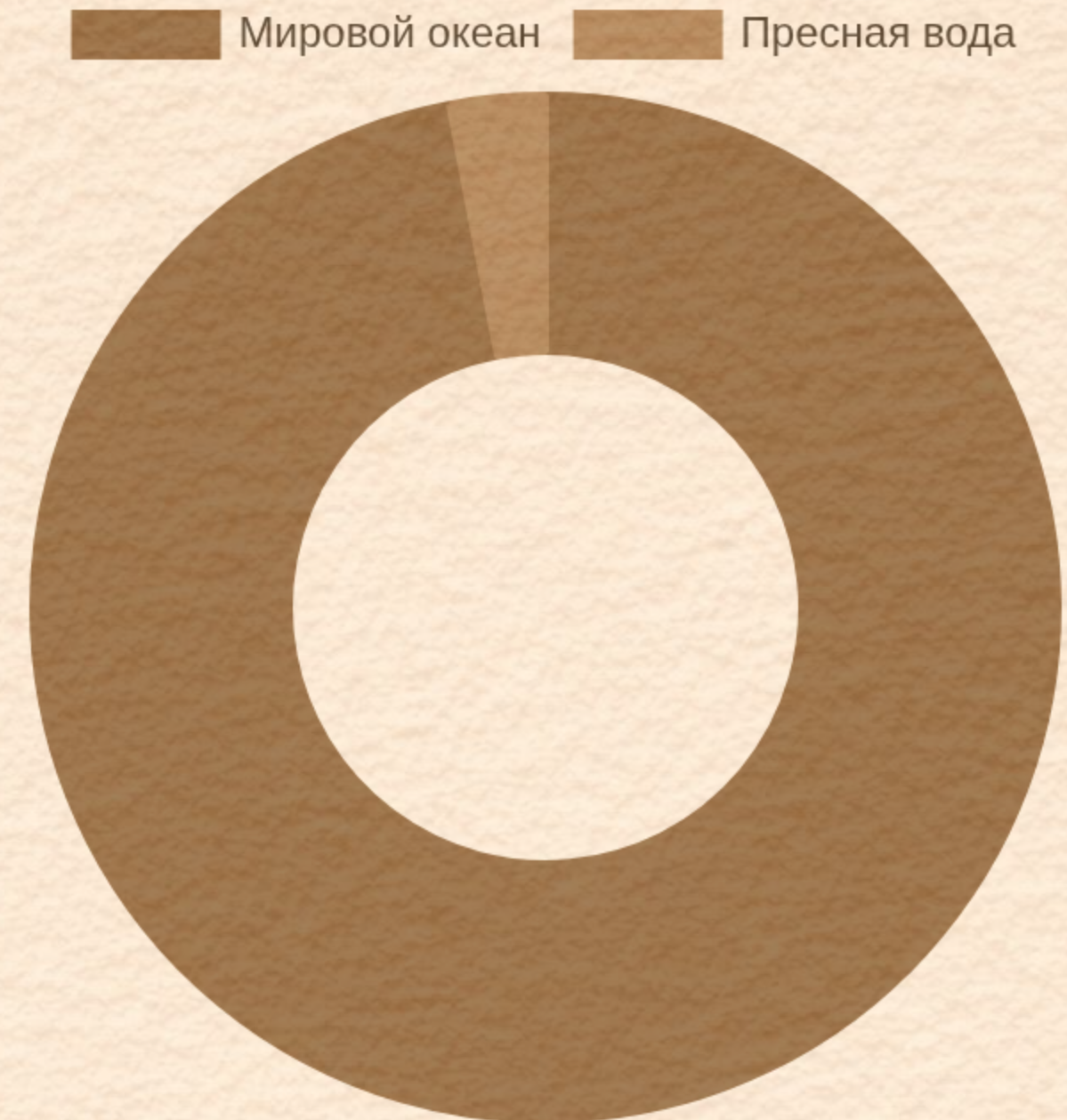
Бактерии и грибы разлагают мёртвые остатки до минеральных соединений. Без их работы азот, фосфор, углерод и сера не возвращались бы в доступную для растений форму, а круговорот замедлялся бы.

Круговорот воды и его значение для биосферы

Водный цикл переносит не только влагу, но и тепло, влияя на осадки, сток и условия жизни организмов на суше и в океане.

Почти вся вода сосредоточена в океане, поэтому пресные ресурсы особенно уязвимы и требуют бережного использования.

Учебные данные по распределению воды на Земле; справочные значения, актуальные в школьной географии



Углеродный цикл и фотосинтез



Фотосинтез

Растения поглощают углекислый газ из воздуха и создают органические вещества, в которых углерод запасается в химической форме. Этот процесс лежит в основе питания большинства экосистем.



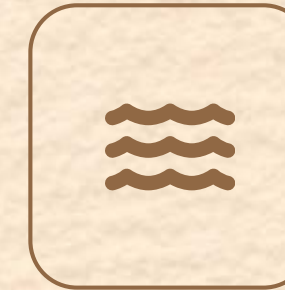
Дыхание и разложение

При дыхании организмов и разложении мёртвой органики углерод снова переходит в атмосферу и воду. Так обеспечивается постоянное обновление запасов этого элемента в природе.



Горение топлива

Сжигание угля, нефти и газа быстро возвращает углерод в атмосферу в виде CO_2 . Это усиливает парниковый эффект и нарушает естественный баланс углеродного цикла.



Океанический резервуар

Океаны поглощают и накапливают значительную часть углерода, поэтому играют важную роль в смягчении изменений атмосферы. Однако их способность к поглощению не безгранична.

Азотный цикл и значение бактерий



Азот атмосферы

Молекулярный азот составляет большую часть воздуха, но в таком виде он почти недоступен большинству организмов. Для включения в живые системы он должен пройти химическое преобразование.

Нитрификация и усвоение

Нитрифицирующие бактерии превращают аммоний сначала в нитриты, затем в нитраты. Растения поглощают их корнями и используют для синтеза белков, нуклеиновых кислот и хлорофилла.

Азотфиксация

Азотфиксирующие бактерии переводят атмосферный азот в аммиак и аммонийные соединения. Эти формы уже могут вовлекаться в дальнейшие превращения и использоваться живыми организмами.

Возврат в атмосферу

Денитрифицирующие бактерии восстанавливают соединения азота до молекулярного газа, возвращая его в атмосферу. Благодаря этому цикл замыкается и поддерживается равновесие в природе.

Сравнение основных круговоротов веществ

Таблица показывает, где сосредоточены основные запасы веществ и какие процессы определяют их движение в биосфере.

Водный, углеродный и азотный циклы быстрее реагируют на биоту, а фосфорный и серный сильнее зависят от геологических процессов.

Цикл	Резервуар	Значение
Водный	Океан	Климат
Углеродный	Атмосфера, океан	Органика
Азотный	Атмосфера	Белки
Фосфорный	Породы	Рост
Серный	Породы, вода	Клетки

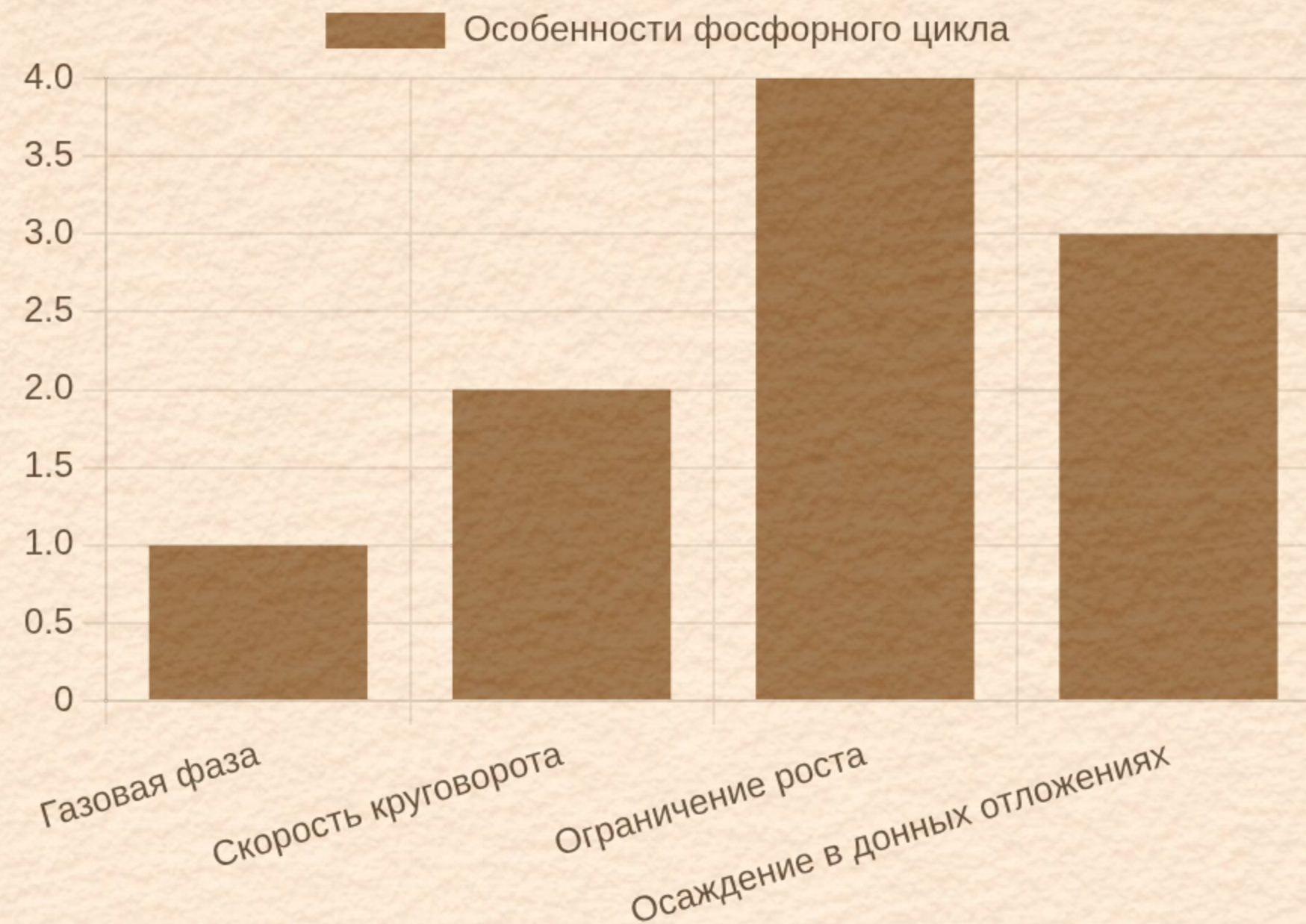
Обобщение школьного курса биологии и географии

Фосфорный цикл: медленный и ограничивающий

Фосфор особенно важен для передачи энергии и наследственной информации, поэтому его нехватка быстро отражается на росте растений и продуктивности экосистем.

Слабая подвижность фосфора делает его дефицитным элементом: именно поэтому он часто ограничивает биологическую продуктивность.

Учебное обобщение по биогеохимическим циклам; качественная схема без точных количественных измерений



Серный цикл и биологическая роль серы

1 Источники серы

Сера поступает в биосферу из горных пород, вулканических выбросов, морских аэрозолей и разложения органических остатков. Затем она переходит в воду, почву и ткани организмов, непрерывно меняя химические формы.

2 В составе молекул

В клетках сера входит в аминокислоты цистеин и метионин, а также в ряд коферментов. Благодаря этому она участвует в построении белков, обмене веществ и работе ферментных систем.

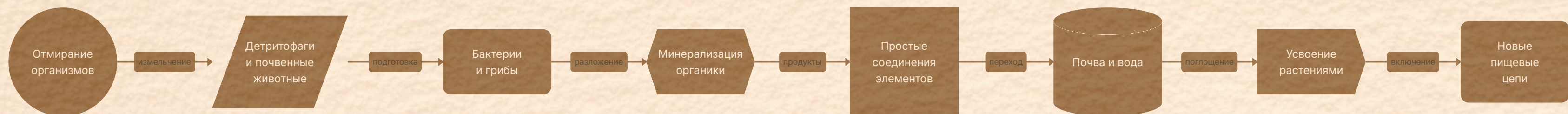
3 Круговорот без разрыва

После отмирания организмов сера возвращается в среду через деятельность бактерий и грибов. Если этот процесс нарушается, снижается доступность серы для растений, а значит, страдает рост и функционирование экосистем.



Как элементы возвращаются в круговорот

Последовательность отражает разложение органических остатков и последующее включение элементов в новые пищевые цепи.



Почва – место встречи всех потоков вещества



Невидимый склад элементов

Почва удерживает влагу, ионы минеральных веществ и органические остатки, создавая условия для жизни растений и микроорганизмов. Именно здесь вещества задерживаются, преобразуются и снова становятся доступными для живых организмов, а не просто проходят транзитом.



Работа подземных помощников

Корни растений, бактерии и грибы постоянно взаимодействуют в тонком слое почвы. Одни поглощают воду и соли, другие разлагают органику и образуют гумус, поэтому почва одновременно служит средой питания, фильтром и резервуаром веществ.



Когда почва теряет силу

Эрозия, засоление и разрушение гумусового слоя снижают плодородие и ослабляют круговорот веществ. Чем беднее почва, тем хуже она удерживает воду и элементы питания, а значит, тем труднее экосистеме восстанавливаться.

Какие действия сильнее нарушают природные циклы

Показаны основные источники нагрузки на круговороты веществ; они действуют одновременно и усиливают друг друга.

Наибольший риск связан с энергетикой и землепользованием: они быстрее всего меняют баланс углерода, азота, фосфора и воды.

Обобщение по материалам школьной биологии и экологии; дата не требуется.



Как развивается эвтрофикация водоёма

Поступление биогенов

01.

В водоём попадают нитраты и фосфаты со стоками, удобрениями и бытовыми моющими средствами. Избыток питательных веществ запускает быстрое размножение водорослей.

Цветение воды

02.

Массовое развитие водорослей и цианобактерий затеняет толщу воды. Снижается проникновение света, и подводные растения начинают испытывать дефицит условий для фотосинтеза.

Падение кислорода

03.

После отмирания органики бактерии-разрушители резко усиливают дыхание и расходуют растворённый кислород. Вода становится бедной кислородом, а условия для животных ухудшаются.

Нарушение экосистемы

04.

Рыба и другие организмы гибнут, качество воды падает, а сообщество водоёма теряет устойчивость. Без сокращения поступления биогенов процесс повторяется снова.

Быстрые и медленные циклы

Цикл	Скорость	Резервуар	Уязвимость
Водный	быстрый	океан	средняя
Углеродный	быстрый	атмосфера	высокая
Фосфорный	медленный	породы	высокая

Сравнение показывает, что скорость круговорота зависит от того, насколько велика геологическая часть процесса и насколько активно в нём участвуют живые организмы.

Чем больше цикл связан с породами и осадками, тем он медленнее. Биологически активные циклы быстрее реагируют на изменения в природе и в хозяйстве.

Обобщение по школьному курсу биологии и географии

Что делает биосферу устойчивой



Биоразнообразие

Чем больше видов и связей между ними, тем надёжнее работают пищевые сети и тем легче экосистеме переживать засухи, загрязнение и другие стрессовые воздействия.



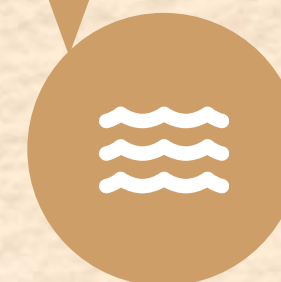
Редуценты

Бактерии и грибы завершают круговорот, возвращая элементы из мёртвого органического вещества в доступные соединения. Без их работы в природе накапливались бы остатки и замедлялся обмен веществ.



Сохранение почв

Почва удерживает воду и минеральные ионы, поэтому её разрушение сразу ослабляет круговорот. Эрозия и засоление уменьшают плодородие и делают экосистемы менее устойчивыми.

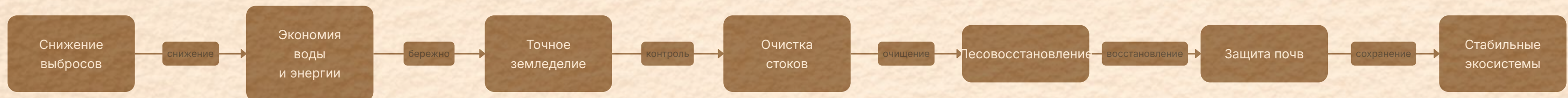


Чистая вода

Водные системы связывают атмосферу, сушу и живые организмы. Когда реки и озёра загрязняются, нарушается перенос веществ, а вместе с ним — стабильность всей биосферы.

Как сохранить круговорот веществ

Схема объединяет меры, которые снижают потери веществ из природных систем и поддерживают их самовосстановление.



Как человек участвует в круговороте веществ



Питание и отходы

Выбор продуктов, сокращение пищевых отходов и отдельный сбор мусора определяют, сколько органического вещества возвращается в природу и сколько теряется без пользы для экосистем.

Вода и энергия

Экономия воды уменьшает нагрузку на реки и очистные системы, а рациональное энергопотребление снижает сжигание топлива. Так уменьшается выброс углекислого газа и других загрязнителей.

Сельское хозяйство

Удобрения, орошение и обработка почв напрямую влияют на азотный и фосфорный циклы. Нормированное применение веществ помогает сохранить урожай и уменьшить загрязнение водоёмов.

Ответственный выбор

Повседневные привычки складываются в заметный экологический эффект. Чем бережнее человек обращается с ресурсами, тем меньше нарушаются почвы, вода и воздух вокруг него.



Круговорот веществ – условие жизни на планете

Замкнутые биогеохимические циклы связывают все оболочки Земли и поддерживают жизнь, продуктивность экосистем и их устойчивость. Сохраняя эти процессы, мы сохраняем природную основу собственного будущего.