

Живое вещество и биогеохимически е круговороты: основные темы и значение

Живое вещество формирует биосферу и поддерживает круговороты веществ, обеспечивая устойчивость экосистем.





Истоки учения о биосфере и круговоротах веществ

В 1920-е годы В.И. Вернадский предложил понятие «биосфера» — оболочки Земли, преобразуемой живыми организмами.

Биогеохимические циклы лежат в основе функционирования биосферы и накопления элементов.

Современная наука раскрывает их роль в глобальных и антропогенных процессах.



Состав и масштабы живого вещества биосферы



Растительный мир — основа фитоценоза

Растения составляют большую часть живого вещества и формируют первичную продукцию через фотосинтез. Они связывают углерод из атмосферы и обеспечивают энергетический фундамент экосистем.



Животные и их экологическая роль

Зооценоз включает разнообразных животных — от микроорганизмов до крупных млекопитающих. Животные участвуют в переработке органики, миграциях элементов и служат звеньями пищевых цепей.



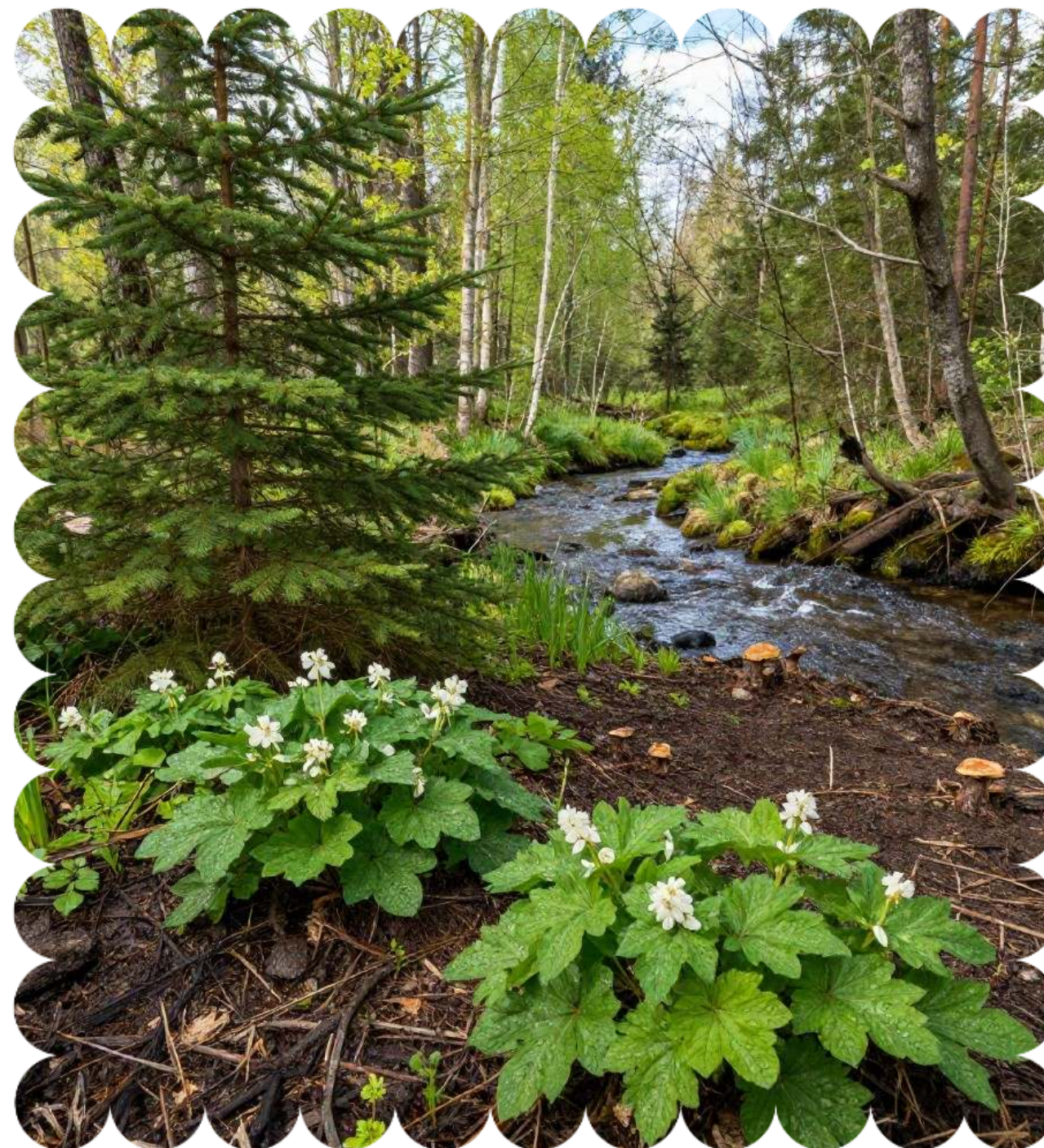
Микроорганизмы и человек

Микроорганизмы отвечают за важные биогеохимические процессы, включая разложение и фиксацию азота. Человек же активно вмешивается в круговороты, изменяя природные системы.

Функции живого вещества в биосфере

Основные биологические функции

Живое вещество выделяет и поглощает газы, осуществляет окислительно-восстановительные реакции и формирует органические соединения. Оно аккумулирует необходимые элементы и разрушает органику.



Экосистемные процессы и примеры

Через фотосинтез растения регулируют кислородный баланс и обеспечивают энергию для экосистем. Биологическая активность влияет на формирование почв и круговорот веществ.



Фотосинтез — основа круговорота углерода и кислорода



Растения фиксируют около 120 млрд тонн углерода ежегодно, преобразуя CO_2 в органические вещества, и выделяют кислород, жизненно необходимый для аэробных организмов.



Этот процесс служит первичным источником энергии для разнообразных экосистем, поддерживая жизнедеятельность наземных и водных биогеоценозов.



Биогеохимические круговороты: определение и основные типы



Обменные круговороты характеризуются быстрым переносом веществ между живыми организмами и окружающей средой, обеспечивая динамическое равновесие.



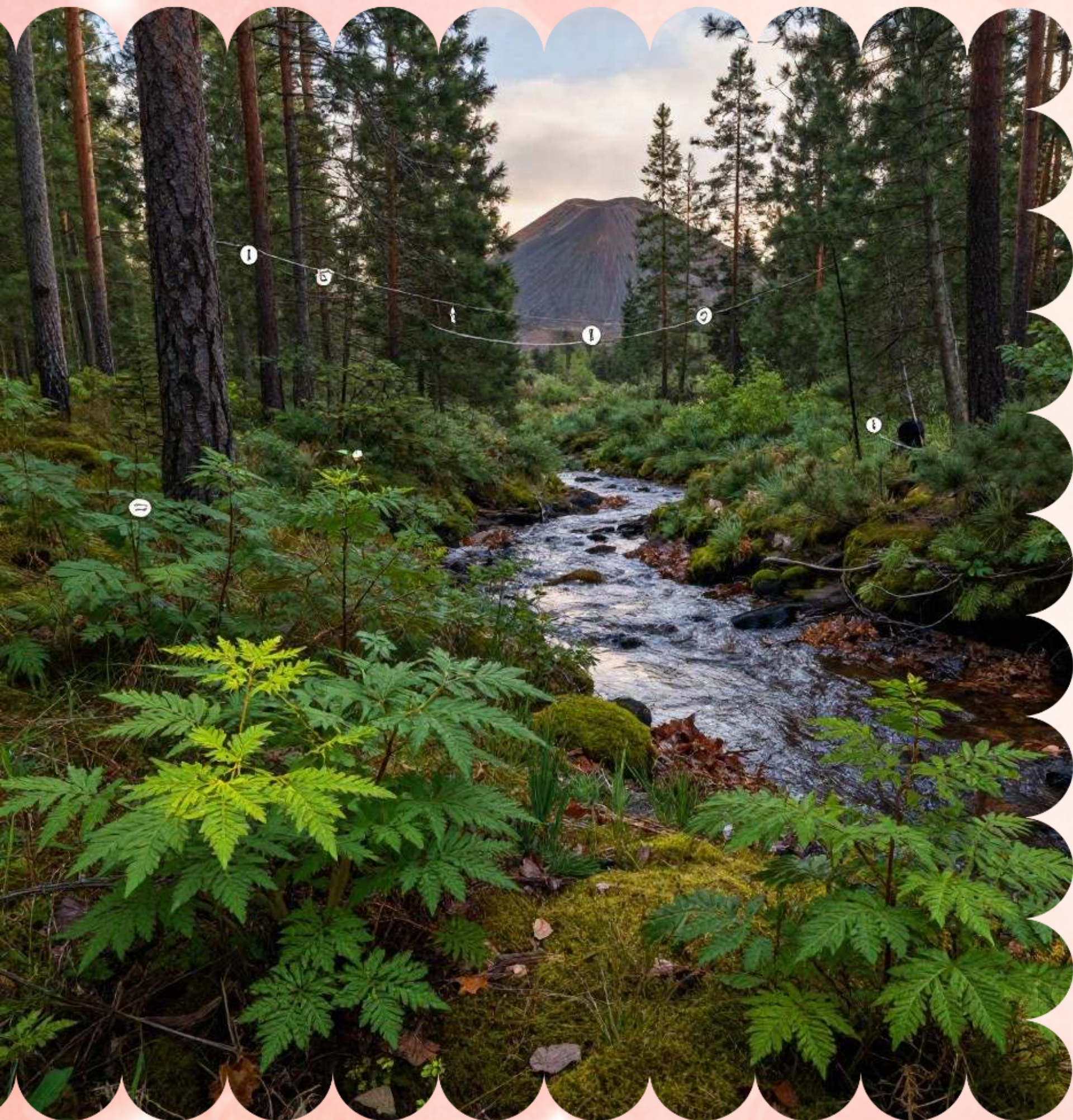
Седиментные циклы включают медленные процессы накопления элементов в осадочных породах, влияя на долгосрочную геохимическую стабильность.



Ключевые циклы включают водный, углеродный, азотный и фосфорный, каждый из которых играет важную роль в поддержании жизни.



Эти циклы взаимодействуют, образуя комплексные сети, которые регулируют устойчивость биосферы на глобальном уровне.



Биогеохимический цикл углерода: этапы и роль в экосистемах



Цикл начинается с фиксации CO_2 в фотосинтезирующих организмах, продолжаясь дыханием и разложением органики, возвращающих углерод в атмосферу и почву.



Длительные процессы включают вулканические выбросы и формирование ископаемых топлив, регулирующие климат и создающие условия для биосферы.

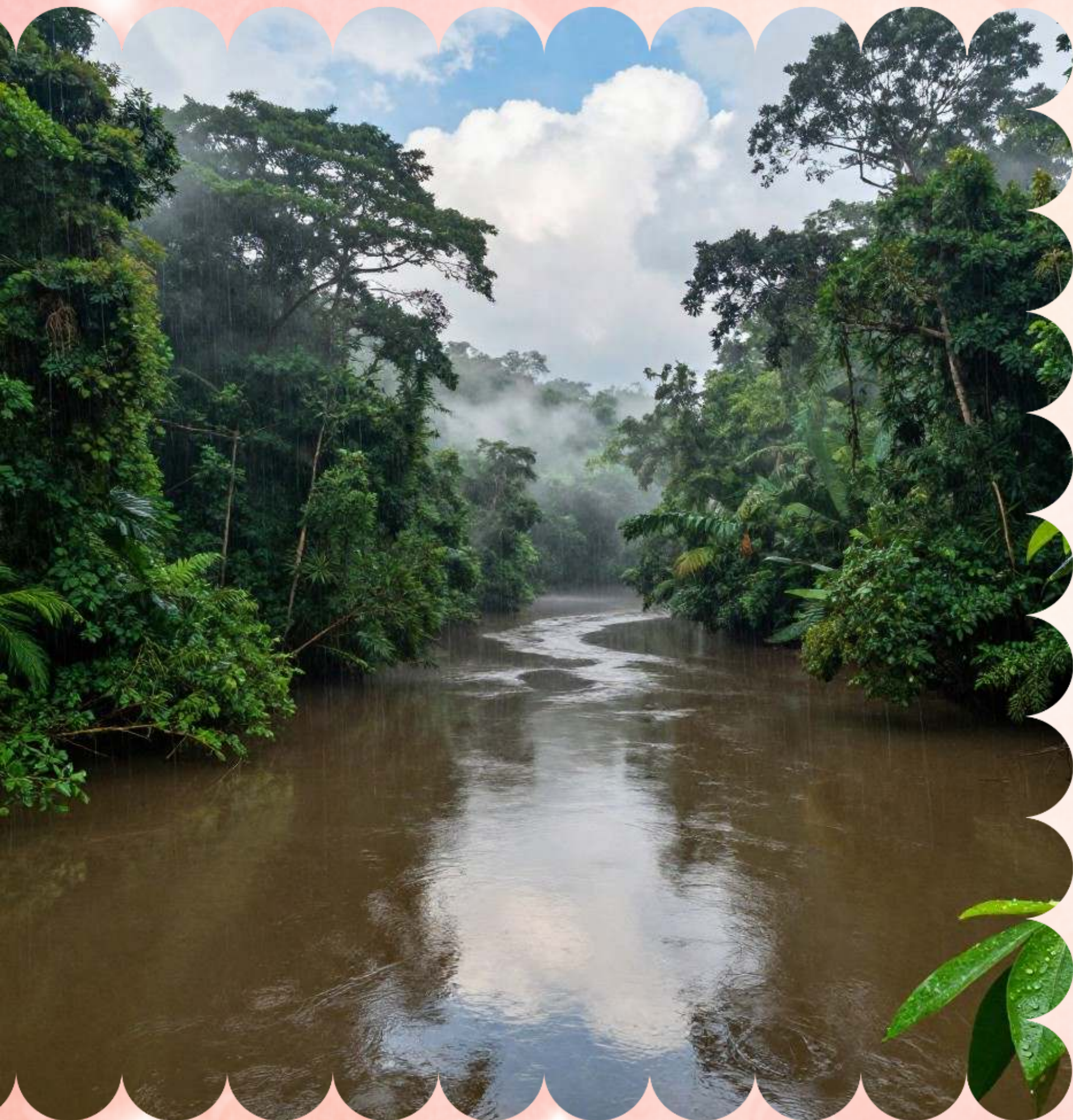
Биогеохимический цикл кислорода: процессы и источники



Фотосинтез обеспечивает основное поступление кислорода в атмосферу, тогда как дыхание и разложение органики постоянно его поглощают, поддерживая баланс.



Океанический фитопланктон играет важнейшую роль как современный источник кислорода, участвуя в глобальных окислительно-восстановительных процессах.



Значение воды и элементы водного круговорота в биосфере



Вода покрывает около 70% поверхности Земли и необходима для всех живых организмов, поддерживая физиологические процессы и среды обитания.



Водный цикл включает испарение, конденсацию, выпадение осадков и транспирацию растений, что влияет на климатические условия и экосистемы, как показано на примере Амазонских лесов.

Глобальный круговорот воды: структура и масштабы

Основные процессы глобального цикла воды

Вода испаряется с океанов, суши и растительности, конденсируется в атмосфере и выпадает осадками, обеспечивая постоянный обмен между оболочками Земли.

Масштабы и значимость пресной воды

Ежегодно примерно 505 тыс. км³ воды участвуют в круговороте, однако лишь 2,5% составляют пресные запасы, которые распределены крайне неравномерно по региону и времени.



Этапы и значение азотного цикла в природе



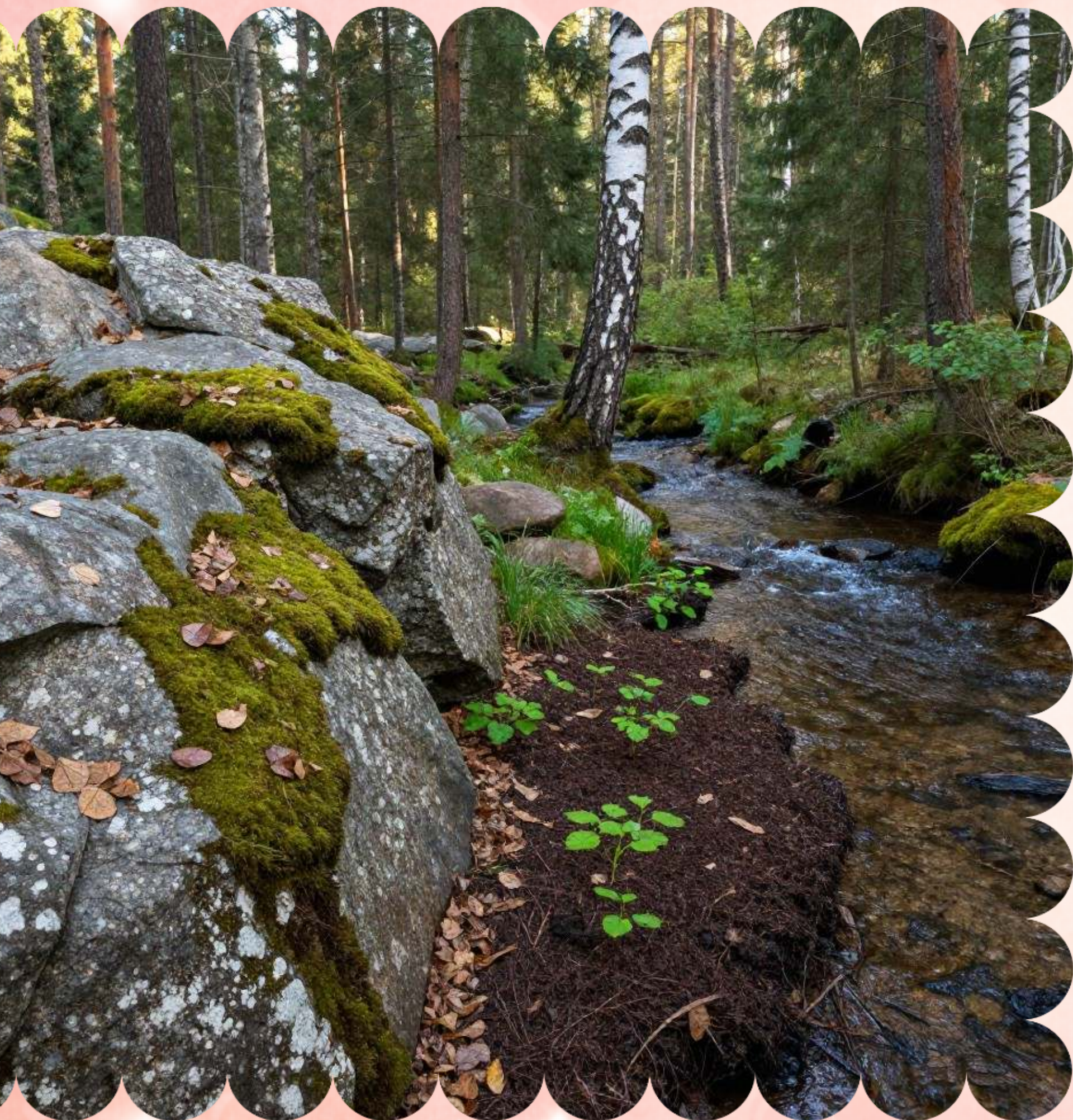
Фиксация и преобразование азота в экосистемах

Азот, хотя и основной элемент жизни, в атмосферной форме недоступен большинству организмов. Азотфиксирующие бактерии превращают азот в аммоний, который становится доступным для растений и последующих звеньев пищевой цепи.



Возврат азота в атмосферу и поддержание баланса

Денитрифицирующие бактерии завершают цикл, возвращая азот в атмосферу благодаря денитрификации. Этот процесс обеспечивает стабильность азотного баланса и регулирует содержание газообразного азота в биосфере.



Круговорот фосфора: особенности и дефицит



Фосфор, важный для ДНК и энергетических молекул, циркулирует главным образом через выветривание горных пород и последующий перенос в почву и воду. Этот цикл не включает газовую фазу.



Ограниченное содержание фосфора в почвах снижает первичную продуктивность экосистем. Дефицит минерала вызывает замедление роста растений и оказывает негативное влияние на водные организмы.

Биогеохимический круговорот серы: особенности и биологическая роль



1. Сера поступает в биосферу через вулканические выбросы и фитопланктон, а также преобразуется бактериями, играющими ключевую роль в её трансформации и движении по цепям питания.



2. Сера покидает биосферу в форме сульфатов, осаждающихся вместе с атмосферными осадками. Она входит в состав важных аминокислот и влияет на структуру и функции белков в живых организмах.





Сравнение основных биогеохимических циклов

Цикл	Источник	Атмосфера	Скорость	Основнь формы
Углерод	Фотосинтез, вулканы	Активно участвует	Средний	CO ₂ , органика
Азот	Бактерии, атмосфера	Активно участвует	Быстрый	N ₂ , аммоний нитраты
Фосфор	Горные породы	Не участвует	Медленный	Фосфаты
Сера	Вулканы, бактерии	Частично участвует	Средний	Сульфат H ₂ S

Таблица отражает ключевые особенности циклов углерода, азота, фосфора и серы, включая источники, вовлечённость атмосферы, скорость и формы веществ.

Различия в циклах обусловлены исходными веществами, участием атмосферы и скоростью перемещения, что влияет на их роль в экосистемах.

Обобщено из исследований биогеохимии, академические обзоры

Антропогенное воздействие на биогеохимические циклы



Рост концентрации углекислого газа и климатические изменения

За последние полтора века уровень CO_2 в атмосфере вырос с 280 до 420 ppm, что усиливает парниковый эффект. Это ведёт к изменению климата и экстремальным погодным явлениям на планете.



Внесение удобрений и эвтрофикация экосистем

Активное применение азотных и фосфорных удобрений в сельском хозяйстве способствует избыточному накоплению питательных веществ в водоёмах, вызывая цветение водорослей и ухудшение качества воды.



Загрязнение атмосферных циклов серы и кислотные дожди

Выбросы серы от промышленных предприятий приводят к формированию кислотных дождей, которые разрушают леса и ухудшают состояние почв, вызывая экологический дисбаланс.

Биогеохимические аномалии и их влияние



Регионы с дефицитом йода, селена и фтора характеризуются повышенной заболеваемостью среди населения из-за нехватки этих элементов, влияющих на жизненно важные функции организма.



Избыток или недостаток элементов в почве вызывает нарушения в развитии растений и животных. Например, селенодефицит Западной Сибири связан с сердечно-сосудистыми заболеваниями у местных жителей.

Современные методы исследования круговоротов элементов

01

1. Изотопное маркирование позволяет отслеживать перемещение углерода и азота в экосистемах, выявляя точные пути и скорости процессов обмена веществ.

02

2. Дистанционное зондирование с помощью спутников обеспечивает мониторинг концентраций парниковых газов и позволяет наблюдать глобальные изменения атмосферы в реальном времени.

03

3. Автоматические газоанализаторы фиксируют колебания газового состава атмосферы и почв, а также выявляют источники выбросов, например, метана на болотах Западной Сибири.

Основные стратегии сохранения биосферного равновесия





Современный уровень CO₂ требует активной адаптации технологий и общественного участия для поддержания биогеохимического баланса и устойчивого развития биосферы.

Данные Межправительственной панели по изменению климата (IPCC)

420 ppt

повышение концентрации
углекислого газа в
атмосфере за последние
150 лет усиливает
необходимость
инновационных решений
в охране природы.



Живое вещество и круговороты — ключ к устойчивости биосферы

Живое вещество, участвуя в биогеохимических циклах, формирует стабильные условия жизни. Сохраняя баланс процессов и развивая экологическую культуру, человечество обеспечит устойчивое будущее планеты.