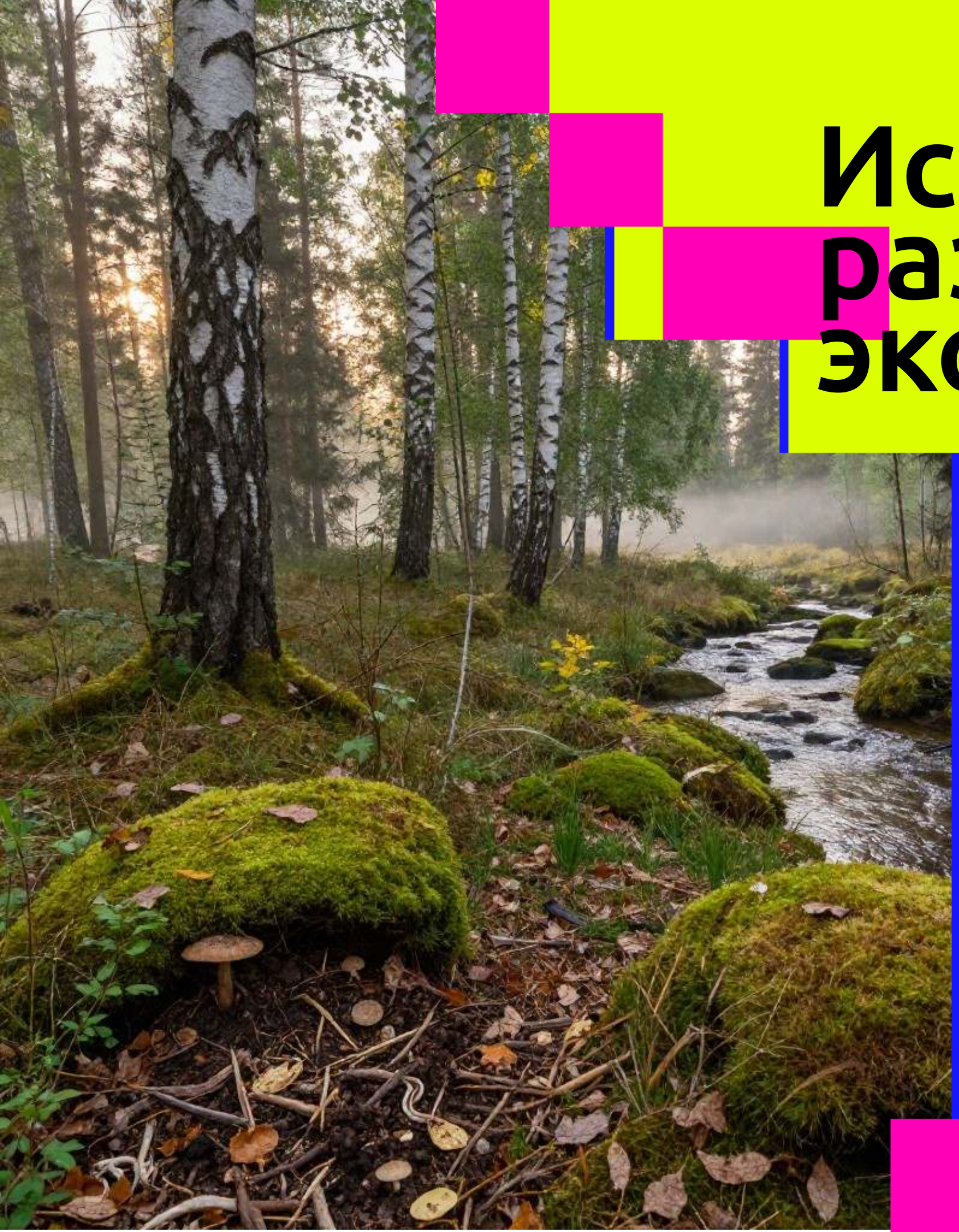


# Экосистема и круговорот веществ: ключевые темы урока

Изучим природу экосистем и процессы обмена веществ в них, влияющие на жизнь планеты.





# Истоки понятия и развитие науки об экосистемах

Термин «экосистема» предложен Артуром Тенсли в 1935 году, а концепция биосферы расширена трудами В.И. Вернадского. Эти идеи заложили фундамент экологической науки, позволив классифицировать природные компоненты и процессы.

# Определение и значение круговорота веществ

Круговорот веществ — это непрерывный процесс перемещения элементов между живой и неживой природой, обеспечивающий сбалансированное взаимодействие компонентов экосистемы.

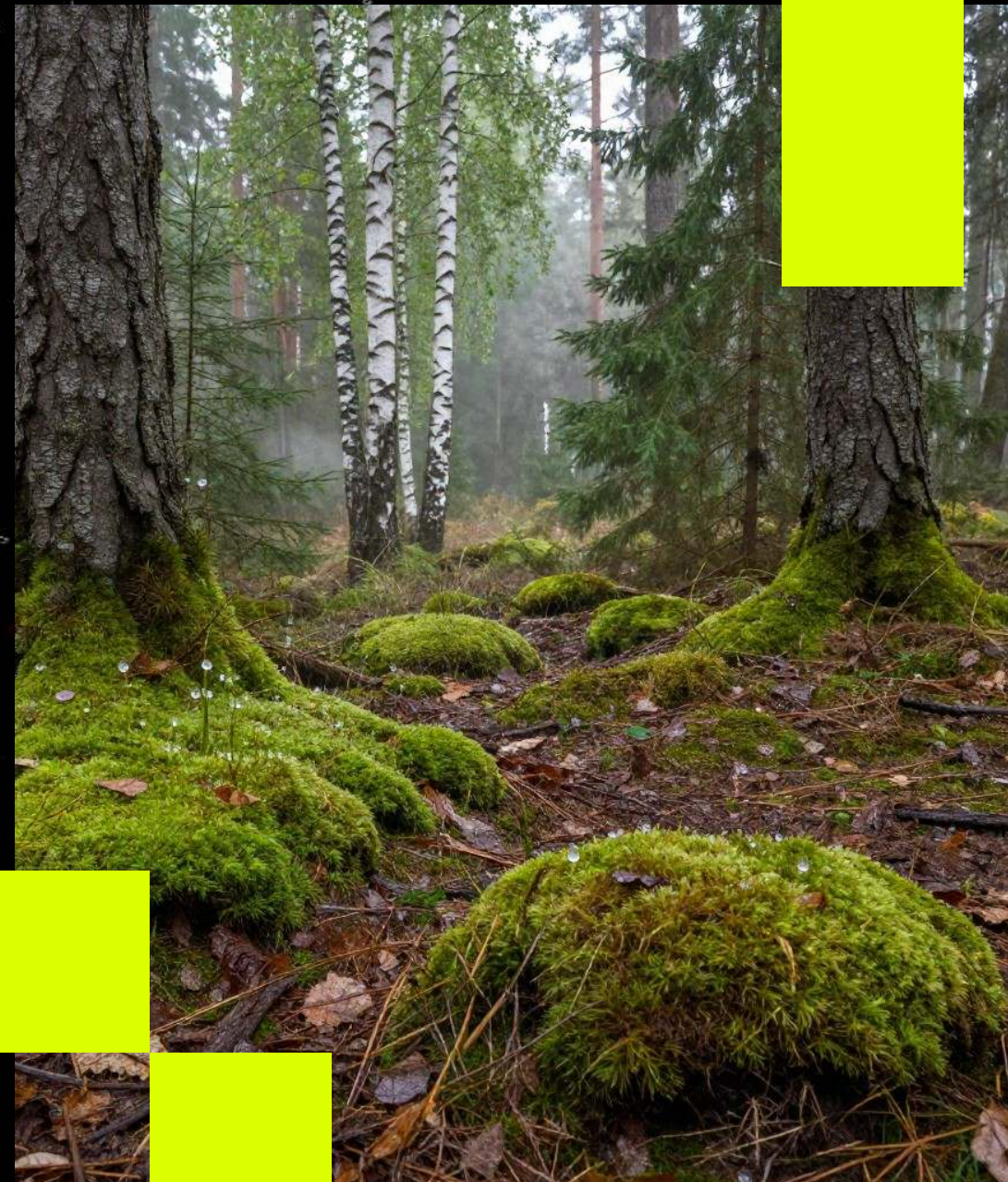
Он способствует регенерации ресурсов, предотвращая их истощение, и поддерживает долговременную устойчивость биологических систем и среды обитания.

Нарушения в обмене веществ негативно отражаются на здоровье экосистем, вызывая деградацию и потерю биологического разнообразия.

# Компоненты и структура экосистемы

## Биотические компоненты

Экосистему образуют продуценты, производящие органику; консументы, потребляющие её; и редуценты, разлагающие органику для возвращения элементов.



## Абиотические компоненты

К абиотическим факторам относятся воздух, вода, почва и минеральные вещества, создающие среду и ресурсы для жизни организмов.

# Биогенные элементы и их круговорот

Углерод играет ключевую роль в органическом веществе, проходит цикл от атмосферы до биомассы и обратно через фотосинтез и дыхание.

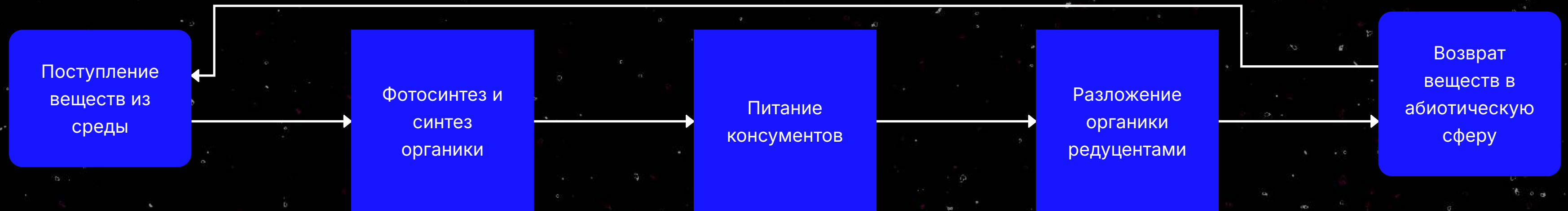
Азот — необходим для построения белков и ДНК, его круговорот включает фиксацию, нитрификацию и денитрификацию с участием микроорганизмов.

Фосфор важен для энергии и клеточных структур, перемещается через почву, организмы и осадки, не имея газовой фазы.

Сера, кальций и калий также участвуют в биогеохимических циклах, влияя на структуру организмов и почвенное плодородие.

# Основные этапы круговорота веществ в экосистеме

Схема обмена веществ, отражающая взаимодействие биотических и абиотических компонентов



# Ключевые этапы водного круговорота



## Испарение и образование облаков

Вода испаряется с поверхности океанов, рек и почвы, поднимаясь в атмосферу, где конденсируется в облака и туманы, подготавливаясь к осадкам.



## Выпадение осадков и проникновение в почву

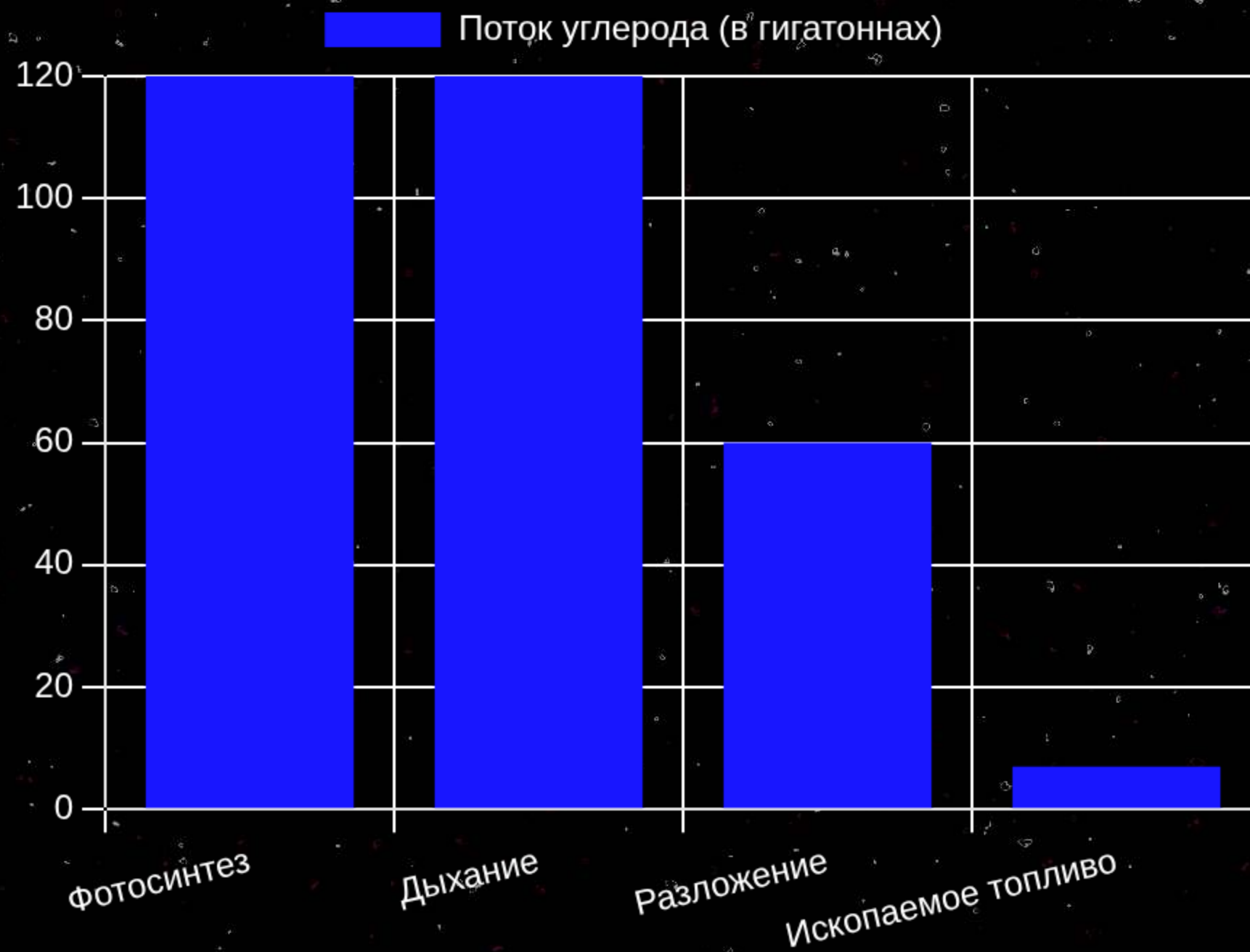
Дождь и снег возвращают воду на землю, где часть впитывается в почву, обеспечивая влажность и питание растений.



## Сточные воды и возврат в водоемы

Излишки влаги стекают в реки и озёра, завершив круг, вода снова оказывается в водной системе, поддерживая постоянство гидрологического цикла.

# Углеродный цикл: от атмосферы к биомассе



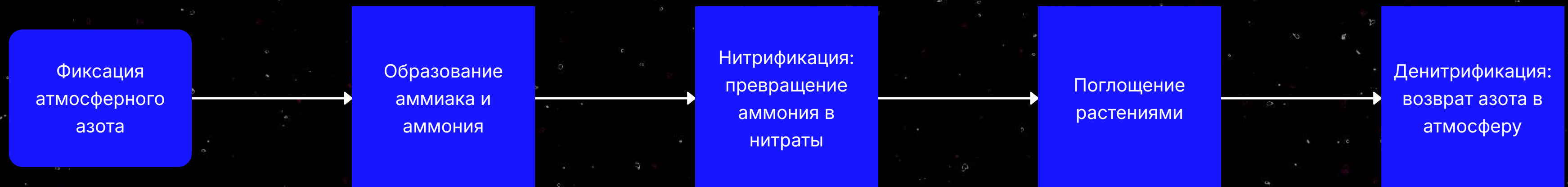
Обмен углерода регулирует климат, поддерживая баланс между поглощением и выбросом CO<sub>2</sub>.

Поддержание равновесия углерода важно для предотвращения глобального изменения климата.

Международный комитет по климату, 2023

# Азотный цикл: последовательность биохимических процессов

Роль микроорганизмов в трансформации азота в природе



# Значение продуцентов в формировании круговорота

Продуценты используют солнечную энергию для создания органических веществ из неорганических источников, формируя основу пищевых цепей и поддерживая биологическую продуктивность экосистем.

Высшие растения, водоросли и цианобактерии играют ключевую роль в поглощении  $\text{CO}_2$  и обеспечивают энергию и питательные вещества для всех уровней трофических структур.



# Роль консументов в экосистеме



## Потребители первого порядка: растительноядные животные

Козы и насекомые-фитофаги являются примером консументов первого порядка, получая энергию, поедая растения. Они играют ключевую роль в передаче энергии от продуцентов к следующим трофическим уровням.



## Хищники как консументы высших порядков

Лисы, волки и хищные птицы питаются животными, относящимися к предыдущим порядкам. Их деятельность регулирует численность популяций и способствует переработке органического вещества в экосистемах.

# Функции редуцентов в круговороте веществ



## Бактерии и грибы — движущая сила разложения

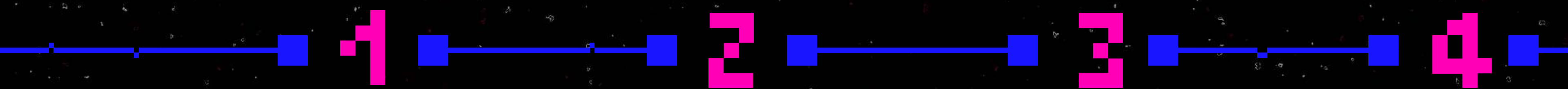
Редуценты разлагают органические остатки, превращая их в минеральные вещества. Этот процесс необходим для возвращения элементов в круговорот и поддержания плодородия почв.



## Влияние сапротрофов на устойчивость экосистем

Сапротрофные микроорганизмы обеспечивают восстановление почвенных ресурсов и гигроскопичность среды, что способствует поддержанию стабильной работы экосистемы и цикличности веществ.

# Основные этапы различных циклов в экосистемах



## Быстрый углеродный цикл

Происходит за счет фотосинтеза и дыхания, завершается за несколько лет, формируя кратковременный обмен углеродом между организмами и атмосферой.

## Быстрый азотный цикл

Включает фиксацию азота, нитрификацию и денитрификацию, завершается в пределах одной-двух лет, обеспечивая азотом живые организмы.

## Медленный фосфорный цикл

Элементы фосфора накапливаются в осадочных породах и возвращаются в биосферу за сотни лет, ограничивая скорость распространения этого элемента.

## Медленный кальциевый цикл

Кальций накапливается в горных породах и почвах, из которых возвращается в биоту лишь спустя тысячи лет, поддерживая долговременное равновесие.

# Пищевая цепь и движение веществ в экосистеме

Последовательность передачи энергии и органических веществ



# Особенности лесной экосистемы



Лесная экосистема эффективно замыкает круговорот веществ благодаря активному использованию  $\text{CO}_2$  деревьями и комплексной переработке органического материала животными и микроорганизмами.

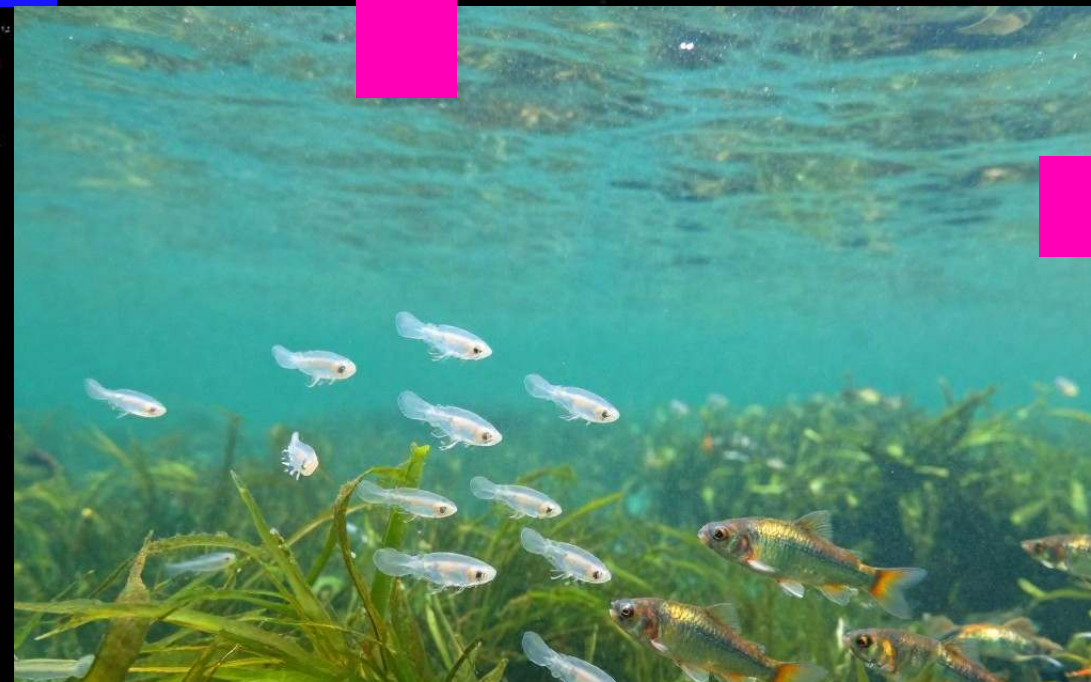
Стабильность леса обусловлена биоразнообразием и сложной сетью взаимодействий между видами, что обеспечивает устойчивость к природным и антропогенным изменениям.

# Круговорот веществ в водных экосистемах



## Роль фитопланктона в продукции органики

Фитопланктон синтезирует органические вещества из неорганических, служа основой пищевых цепей в водоемах и обеспечивая энергию для зоопланктона и других организмов.



## Зоопланктон как звено передачи энергии

Зоопланктон кормится фитопланктоном и является пищей для рыб, играя ключевую роль в перемещении органических веществ в водных экосистемах.



## Значение редуцентов в водной среде

Разложители в воде и донных отложениях превращают мертвый органический материал в минеральные соединения, поддерживая цикличность веществ и чистоту водной среды.

# Влияние человека на биогеохимические циклы



## Воздействие сельского хозяйства

Использование удобрений и вспашка изменяют структуру почв и химический состав, нарушая естественные циклы азота и фосфора, что ведет к деградации почв.



## Индустриализация и загрязнение атмосферы

Выбросы CO<sub>2</sub> и других загрязнителей изменяют состав атмосферы, усиливая парниковый эффект и нарушая баланс углеродного цикла, влияя на климатические условия.



## Урбанизация и водные экосистемы

Строительство и загрязнение водоемов ухудшают условия для водных организмов, нарушая естественные круговороты и приводя к эвтрофикации и снижению биоразнообразия.

# Меры по сохранению круговорота веществ

Переход к устойчивому природопользованию минимизирует разрушение экосистем и поддерживает баланс биогеохимических циклов на долгосрочную перспективу.

1

Сокращение выбросов загрязнителей способствует уменьшению негативного влияния на атмосферу и гидросферу, улучшая качество среды и стабильность круговоротов.

2

Рациональное использование удобрений предотвращает накопление избыточных веществ, уменьшая загрязнение почв и водных ресурсов.

3

Восстановление лесов и водоемов восстанавливает природные функции экосистем, усиливая их способность к саморегуляции и сохранению биологического разнообразия.

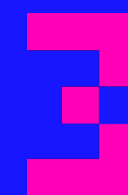
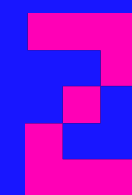
4

# Экономические выгоды замкнутого круговорота

Поддержание плодородия почв повышает сельскохозяйственную продуктивность, снижая необходимость в дорогостоящих химических удобрениях.

Сохранение водных и лесных ресурсов уменьшает расходы на очистку и восстановление окружающей среды, обеспечивая долгосрочное использование природных богатств.

Предотвращение деградации экосистем снижает затраты на инфраструктурные и экологические меры, способствуя экономической стабильности регионов.



# Заключение: Экосистемы как фундамент устойчивости биосферы

Экосистемы объединяют роль продуцентов, консументов и редуцентов, обеспечивая жизненно важные циклы веществ. Их охрана обеспечивает стабильность климата и ресурсов для всех поколений.