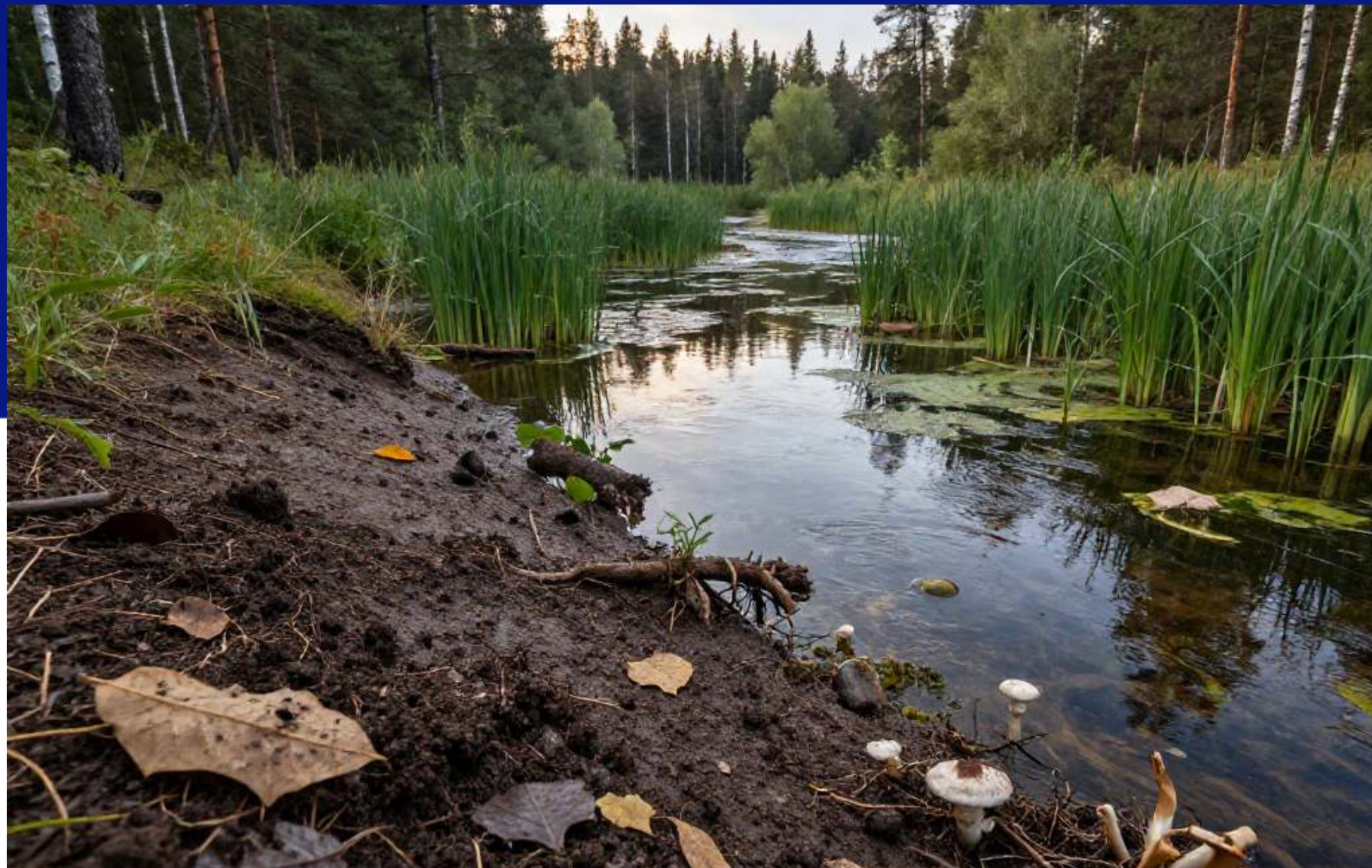


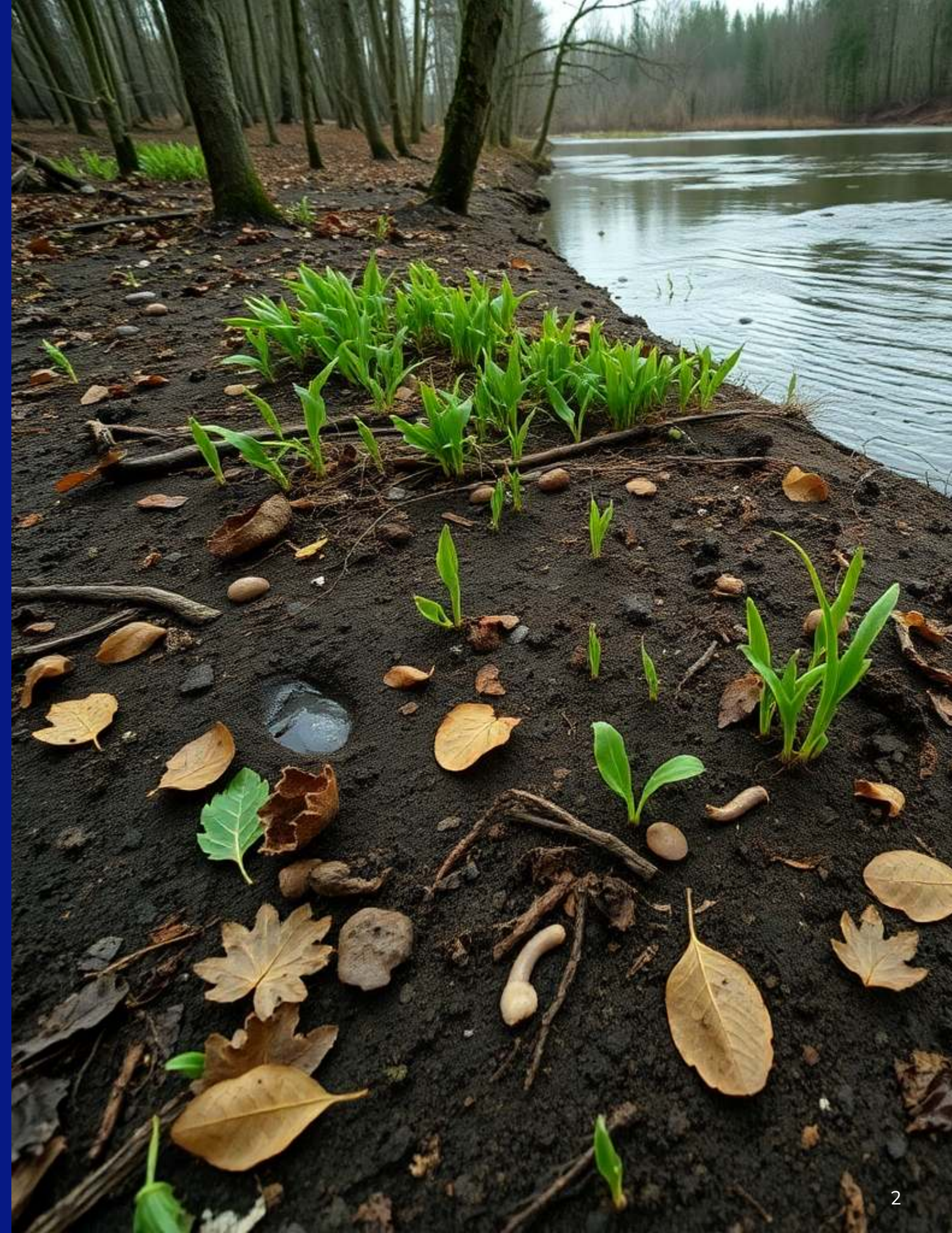
Экосистема замыкает круговорот веществ



Живые организмы и среда образуют единый, непрерывно работающий цикл веществ.

Круговорот веществ — условие жизни экосистем

В экосистеме вещества не исчезают: они переходят из одной формы в другую. Растения создают органику, животные ее потребляют, а грибы и бактерии возвращают элементы в среду, поддерживая плодородие и разнообразие жизни.



Экосистема и ее составные части

Две части экосистемы

Экосистема состоит из биоценоза и биотопа. Живые организмы взаимодействуют с почвой, водой, воздухом, светом и температурой, образуя целостную систему обмена веществ и энергии.

Биоценоз

Биоценоз включает растения, животных, грибы и микроорганизмы. Все они связаны между собой пищевыми отношениями и совместно поддерживают устойчивость сообщества.

Биотоп

Биотоп задает условия существования: освещенность, влажность, температуру, состав почвы и воздуха. От этих факторов зависит, какие виды смогут жить в данной экосистеме.

Связи между компонентами

Пищевые, пространственные и трофические связи обеспечивают перенос веществ от одних организмов к другим. Через них органические соединения постепенно возвращаются в абиотическую среду.

Единство системы

Экосистема работает как единое целое: изменения в одной ее части отражаются на других. Поэтому сохранение связей между организмами и средой необходимо для круговорота веществ.



Продуценты — начало круговорота веществ

Создание органики

Продуценты образуют органические вещества из углекислого газа, воды и минеральных солей. Этот процесс лежит в основе питания всех остальных организмов в экосистеме.

Фотосинтез

Зеленые растения, водоросли и цианобактерии используют энергию света для синтеза органических соединений. Так возникает первичная биомасса, доступная другим участникам пищевых цепей.

Роль корней и листьев

Листья улавливают свет и обеспечивают фотосинтез, а корни поглощают воду и минеральные вещества из почвы. Вместе они связывают растение с неживой средой.

Основа цепей питания

Именно продуценты запускают круговорот веществ, создавая запас органики. Без их работы консументы и редуценты не получили бы материала для дальнейшего обмена.

Поток энергии и круговорот веществ в экосистеме

Энергия и вещества движутся по-разному: энергия убывает на каждом уровне, а вещества возвращаются в оборот через разложение остатков.

Энергия проходит через экосистему однократно, а вещества многократно используются снова; именно это делает круговорот замкнутым.

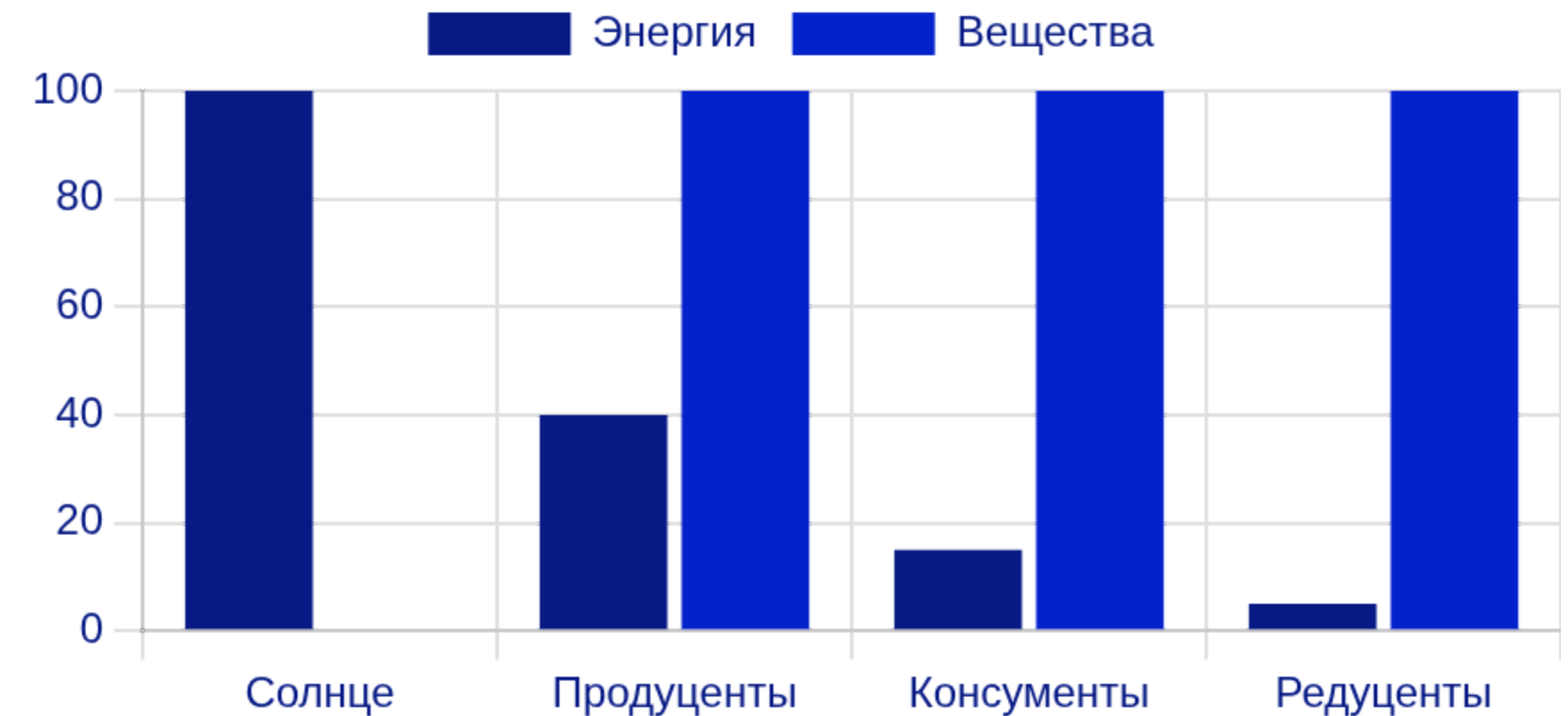
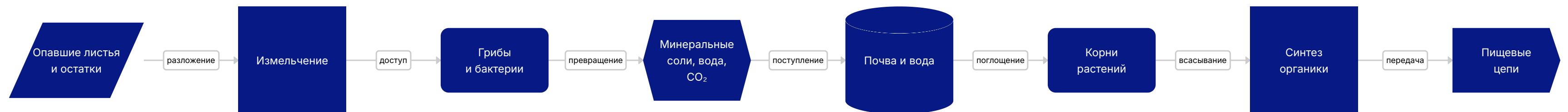


Схема по материалам школьного курса биологии; условные значения для наглядного сравнения.

Как вещества возвращаются в среду

Последовательность разложения органических остатков и повторного использования веществ в экосистеме



Участники круговорота веществ

Группа	Функция	Примеры	Результат
Продуценты	Создают органику	Растения, водоросли, цианобактерии	Источник пищи
Консументы	Потребляют органику	Травоядные, хищники	Перенос по цепям
Редуценты	Разлагают остатки	Грибы, бактерии	Возврат минеральных веществ

Схема по материалам школьного курса биологии.

Таблица показывает, как разные группы организмов поддерживают обмен веществ в экосистеме.

Все три группы взаимозависимы: без продуцентов не будет органики, без консументов нарушится перенос веществ, без редуцентов цикл не замкнется.

Редуценты завершают цикл

1. Разложение остатков

Грибы и бактерии разрушают сложные органические вещества до более простых соединений, постепенно переводя мертвую органику в форму, доступную для повторного использования в экосистеме.

2. Возврат веществ

В среду возвращаются минеральные соли, вода и углекислый газ. Эти соединения снова поглощаются растениями и включаются в образование новых органических веществ.

3. Плодородие почвы

Редуценты участвуют в формировании гумуса и поддерживают плодородие почвы. Благодаря их работе почвенная среда сохраняет способность обеспечивать растения элементами питания.

4. Ключевые элементы

Азот, фосфор, сера и калий возвращаются в биологический круговорот именно через деятельность микроорганизмов. Без этого круговорот быстро бы нарушился.

Почва как главный резервуар веществ

Гумусовый слой хранит жизнь

В верхнем слое почвы скапливаются гумус, вода и минеральные соли. Здесь сосредоточены корни растений, а также множество бактерий и грибов, которые перерабатывают органические остатки в доступные соединения. Этот слой особенно важен для питания растений и сохранения плодородия.

Невидимая работа обитателей почвы

Дождевые черви, мокрицы и личинки насекомых измельчают мертвые листья и остатки организмов. После этого разложение идет быстрее, потому что микробы легче разрушают мелкие частицы. Так почва становится активным звеном круговорота веществ, а не просто опорой для корней.

Корни как вход в круговорот

Корневые волоски поглощают растворенные вещества из почвенного раствора и переносят их в растение. Далее элементы включаются в состав тканей, проходят по цепям питания и со временем снова возвращаются в почву через разложение.



Круговорот воды в экосистеме

Вода связывает атмосферу, почву, растения и водоемы, перенося растворенные вещества и обеспечивая минеральное питание организмов.

Круговорот воды поддерживает обмен веществ в наземных и водных экосистемах и делает возможным перенос растворенных соединений.



Схема по материалам школьного курса биологии; этапы отражены в учебной последовательности.

420 ppm

— таков
ориентировочный
современный уровень CO₂
в атмосфере, из-за
которого усиливается
парниковый эффект.

Концентрация углекислого газа напрямую влияет на фотосинтез, накопление биомассы и климатические процессы в биосфере.

NOAA Global Monitoring Laboratory, данные по атмосферному CO₂, 2024

Круговорот азота

Азот в атмосфере

Основной запас азота находится в воздухе, но в молекулярной форме он недоступен большинству растений и животных.

Фиксация азота

Бактерии и молнии переводят атмосферный азот в соединения, которые могут накапливаться в почве и воде.

Поглощение растениями

Корни усваивают соединения азота, а затем он входит в состав белков, ферментов и нуклеиновых кислот.

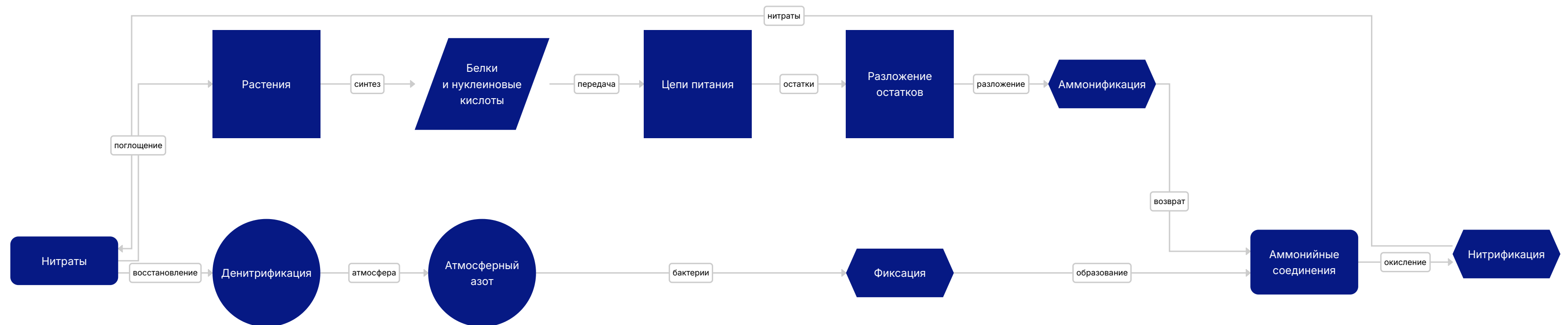
Возврат в среду

После разложения остатков бактерии возвращают азот в почву и атмосферу, завершая круговорот.



Азотный цикл в почве и биосфере

Схема отражает основные превращения азота в атмосфере, почве и живых организмах, включая роль бактерий на ключевых этапах.



Что происходит при нарушении круговорота веществ

Нарушения обычно действуют одновременно: один фактор усиливает другой, поэтому последствия быстро распространяются по всей экосистеме.

Когда разрушается один элемент цикла, падает плодородие, накапливаются отходы и снижается устойчивость природного сообщества.



Схема по материалам школьного курса биологии

Смена сообществ и восстановление круговорота

1. Первые поселенцы

Сразу после нарушения территории ее заселяют неприхотливые организмы: мхи, лишайники, травы и быстрорастущие растения. Они закрепляют почву и создают первые условия для накопления органического вещества.

2. Нарастание биомассы

По мере развития сукцессии увеличивается число видов, возрастает плотность растительного покрова и возрастает запас биомассы. Это ускоряет поступление опада и усиливает круговорот веществ.

3. Формирование почвы

Постепенно накапливается гумус, активизируются микроорганизмы и почвенные животные. Разложение органики становится более полным, а минеральные вещества быстрее возвращаются растениям.

4. Стабильное сообщество

На поздних этапах возникает более устойчивое сообщество, в котором потоки вещества и энергии согласованы. Круговорот становится более замкнутым и менее зависимым от случайных внешних воздействий.



Примеры круговорота веществ в разных экосистемах

Экосистема	Круговорот	Особенности
Лес	Много опада	Гумус
Луг	Быстрый обмен	Травы
Озеро	Растворённые вещества	Водные организмы
Болото	Медленное разложение	Торф

В разных экосистемах вещества возвращаются в оборот с разной скоростью и через разные звенья пищевых цепей.

Скорость круговорота определяется влажностью, климатом и составом организмов: где разложение идёт медленно, органика накапливается; где быстро — вещества быстрее возвращаются в оборот.

Человек и нарушение замкнутости круговорота

1. Изъятие ресурсов

Добыча полезных ископаемых и сжигание угля, нефти и газа выводят часть веществ из естественного биологического оборота и переводят их в форму загрязняющих выбросов.

2. Уничтожение растительности

Вырубка лесов уменьшает площадь фотосинтеза, снижает накопление органики и нарушает поступление опада в почву, из-за чего замедляется восстановление плодородия.

3. Токсичные и стойкие вещества

Пестициды и пластик долго сохраняются в среде, накапливаются в почве и водоемах и мешают работе организмов, которые обеспечивают разложение и очистку экосистем.

4. Ослабление саморегуляции

Когда потоки веществ нарушены, экосистема хуже сопротивляется засухам, пожарам и болезням. Снижается разнообразие видов, а пищевые цепи становятся более уязвимыми.

Меры сохранения круговорота веществ

Эти меры работают на разных уровнях: уменьшают потери органики, снижают загрязнение и поддерживают почвенные организмы, участвующие в разложении.

Чем полнее человек возвращает органические остатки в оборот и чем меньше загрязняет среду, тем устойчивее становится экосистема.

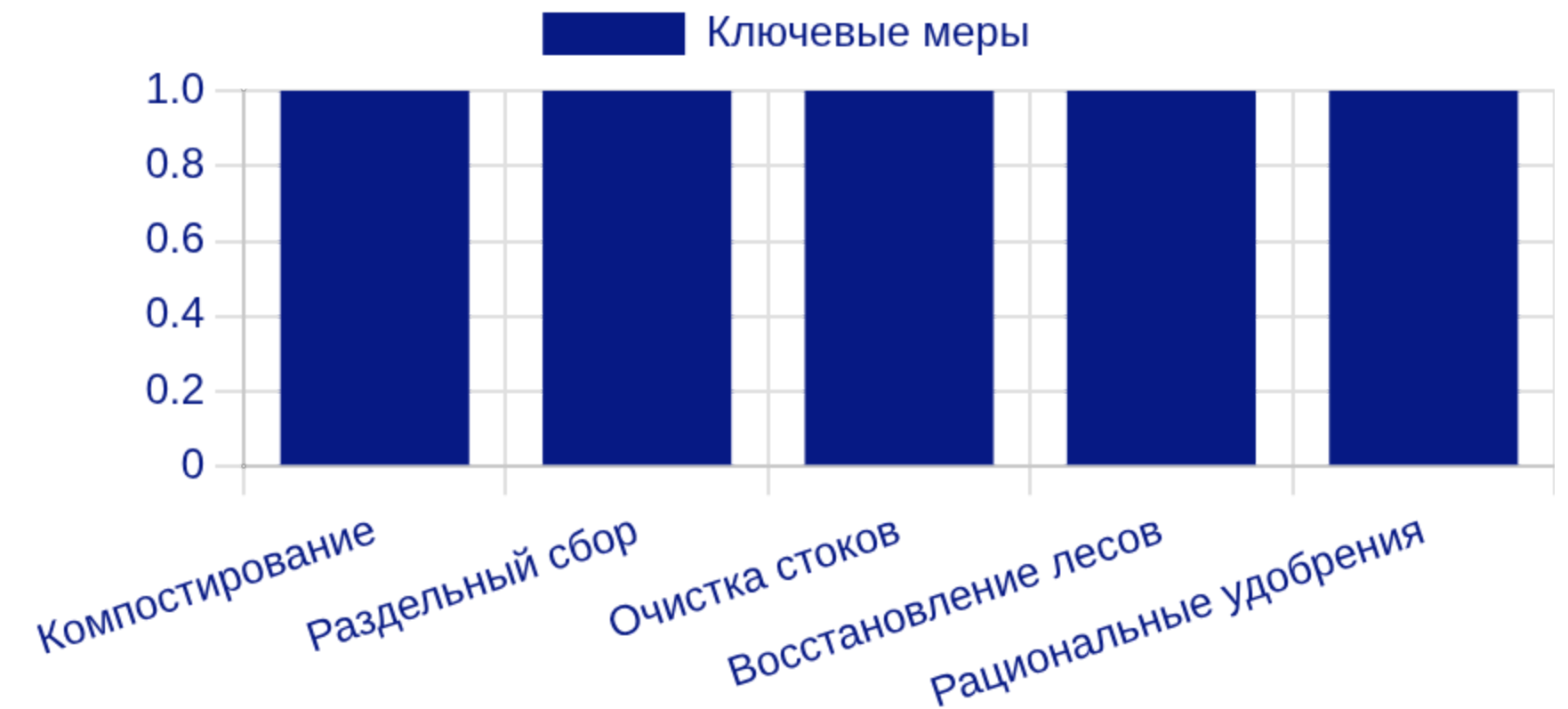


Схема по материалам школьного курса биологии

Главный экологический смысл замкнутого цикла

	Непрерывность жизни Вещества не исчезают бесследно: они переходят из одной формы в другую и снова становятся строительным материалом для новых организмов.
	Повторное использование Органические остатки возвращаются в минеральную форму, поэтому одни и те же элементы многократно участвуют в обмене веществ.
	Роль среды Почва, вода и воздух служат посредниками, которые переносят растворенные соединения и связывают все звенья экосистемы.
	Редуценты Грибы и бактерии завершают разложение органики и поддерживают доступность азота, фосфора, серы и других элементов.
	Устойчивость биосферы Замкнутый круговорот помогает сообществам сохранять продуктивность, а биосфере — поддерживать условия, пригодные для жизни.

Экосистема удерживает жизнь в обороте веществ

Экосистема существует, пока вещества непрерывно возвращаются в оборот через растения, животных, грибы, бактерии и почву. Сохранение этого процесса поддерживает плодородие, разнообразие видов и устойчивость биосферы.