

Круговорот веществ и превращение энергии в экосистеме

Вещества возвращаются, энергия — рассеивается.

Экосистема: обмен и потери

- Экосистема получает энергию извне, но вещества использует многократно. Понять это помогают пищевые цепи, трофические уровни и первичная продукция, на которых строится жизнь сообщества.



Основные компоненты экосистемы

Абиотическая среда Свет, вода, воздух, температура, почва и минеральные вещества создают условия существования организмов. От этих факторов зависит, какие виды могут жить в данной экосистеме и насколько активно она функционирует.	Продуценты Зелёные растения, водоросли и некоторые бактерии образуют органическое вещество из неорганических соединений. Они связывают солнечную энергию и становятся основой питания для всех остальных участников сообщества.	Консументы Животные и другие потребители получают готовые органические вещества, поедая растения или других животных. Через их питание вещества и энергия переходят от одного трофического уровня к следующему.	Редуценты Грибы и бактерии разлагают остатки организмов до простых соединений. Благодаря им элементы снова становятся доступными растениям, а круговорот веществ не прерывается.	Связи и устойчивость Чем разнообразнее виды и их взаимодействия, тем устойчивее экосистема. Стабильность обеспечивают не только численность организмов, но и прочность связей между ними.
---	---	---	--	---

Путь веществ в экосистеме

Схема показывает последовательное движение веществ между неживой средой, организмами и редуцентами.



Фотосинтез — вход энергии в экосистему

Где происходит

Фотосинтез идёт в хлоропластах зелёных растений, водорослей и некоторых бактерий. Именно эти организмы первыми улавливают световую энергию и переводят её в химическую форму.

Исходные вещества

Для реакции необходимы углекислый газ и вода. Они поступают из воздуха и почвы, а затем используются клетками для построения органических молекул, прежде всего глюкозы.

Продукты реакции

В результате образуются органические вещества и кислород. Органика служит источником энергии и строительным материалом, а кислород поддерживает дыхание большинства живых организмов.

Первичная продукция

Именно фотосинтез создаёт первичную продукцию экосистемы. Без неё не было бы пищи для консументов, а трофические цепи не смогли бы существовать.

Значение для экосистемы

Фотосинтез запускает весь поток вещества и энергии, связывая неживую природу с живой. От его интенсивности зависит устойчивость и продуктивность сообщества.



Передача энергии по трофическим уровням

Потери энергии связаны с дыханием, движением, ростом и поддержанием жизненных функций организмов.

Чем выше трофический уровень, тем меньше энергии остаётся для следующего звена цепи.



Правило Линдемана; школьный курс экологии

Остальная энергия расходуется организмами и рассеивается в виде тепла, поэтому поток идёт только в одном направлении.

Правило Линдемана; школьный курс биологии

10%

**энергии обычно
переходит
на следующий
трофический
уровень.**

Редуценты и разложение органических остатков

Кто разлагает

Основную работу выполняют бактерии и грибы. Они используют мёртвые организмы, листья, древесину и экскременты как источник веществ и энергии для своей жизнедеятельности.

Что образуется

При разложении сложные органические соединения превращаются в воду, углекислый газ и минеральные соли. Эти вещества снова могут быть использованы растениями.

Почему это важно

Без редуцентов органические остатки накапливались бы в среде, а элементы не возвращались бы в круговорот. Тогда экосистема быстро потеряла бы способность к самоподдержанию.

Связь с почвой

Редуценты особенно активно работают в почве, где разложение идёт непрерывно. Их деятельность повышает плодородие и поддерживает рост новых поколений растений.



Основные биогеохимические круговороты

Сравнение показывает, где накапливаются элементы и какие процессы возвращают их в живую природу.

Чем быстрее идёт обмен между резервуарами, тем активнее поддерживается жизнь в экосистеме.

Круговорот	Резервуар	Процессы
Углерод	Атмосфера, биомасса	Фотосинтез, дыхание
Азот	Атмосфера, почва	Фиксация, нитрификация
Вода	Океаны, суша	Испарение, осадки
Фосфор	Породы, почва	Выветривание, поглощение

Школьный курс биологии и экологии

Круговорот углерода в экосистеме

Поглощение CO₂

Растения усваивают углекислый газ из атмосферы при фотосинтезе и включают углерод в состав органических веществ.

Переход по цепям питания

Органический углерод передаётся от растений к животным, грибам и бактериям через пищевые связи.

Возврат в атмосферу

При дыхании, разложении и горении органики углерод снова выделяется в виде углекислого газа.

Нарушения круговорота

Вырубка лесов, сжигание ископаемого топлива и сокращение площади растительности усиливают накопление CO₂ в атмосфере.



Круговорот азота и его значение

1. Атмосферный запас

Основная масса азота сосредоточена в атмосфере, но в молекулярной форме он недоступен большинству организмов. Поэтому экосистеме нужны бактерии, которые переводят его в соединения, усваиваемые растениями.

2. Преобразования в почве

Азотфиксирующие, нитрифицирующие и аммонифицирующие бактерии последовательно изменяют его форму. В почве возникают аммоний и нитраты, которые становятся основой питания растений и дальнейшей передачи по цепям питания.

3. Включение в живую ткань

Корни поглощают доступные соединения азота, после чего элемент входит в состав аминокислот, белков, ферментов и нуклеиновых кислот. Так азот становится частью клеточных структур и процессов обмена.

4. Возврат в атмосферу

После отмирания организмов и разложения остатков часть азота снова переходит в почву, а денитрифицирующие бактерии возвращают его в атмосферу. Благодаря этому круговорот не прерывается.

5. Значение для экосистемы

Без непрерывного кругооборота азота растения быстро испытывали бы дефицит питательных соединений, а рост и продуктивность сообщества снижались бы. Этот цикл поддерживает образование биомассы и устойчивость экосистемы.

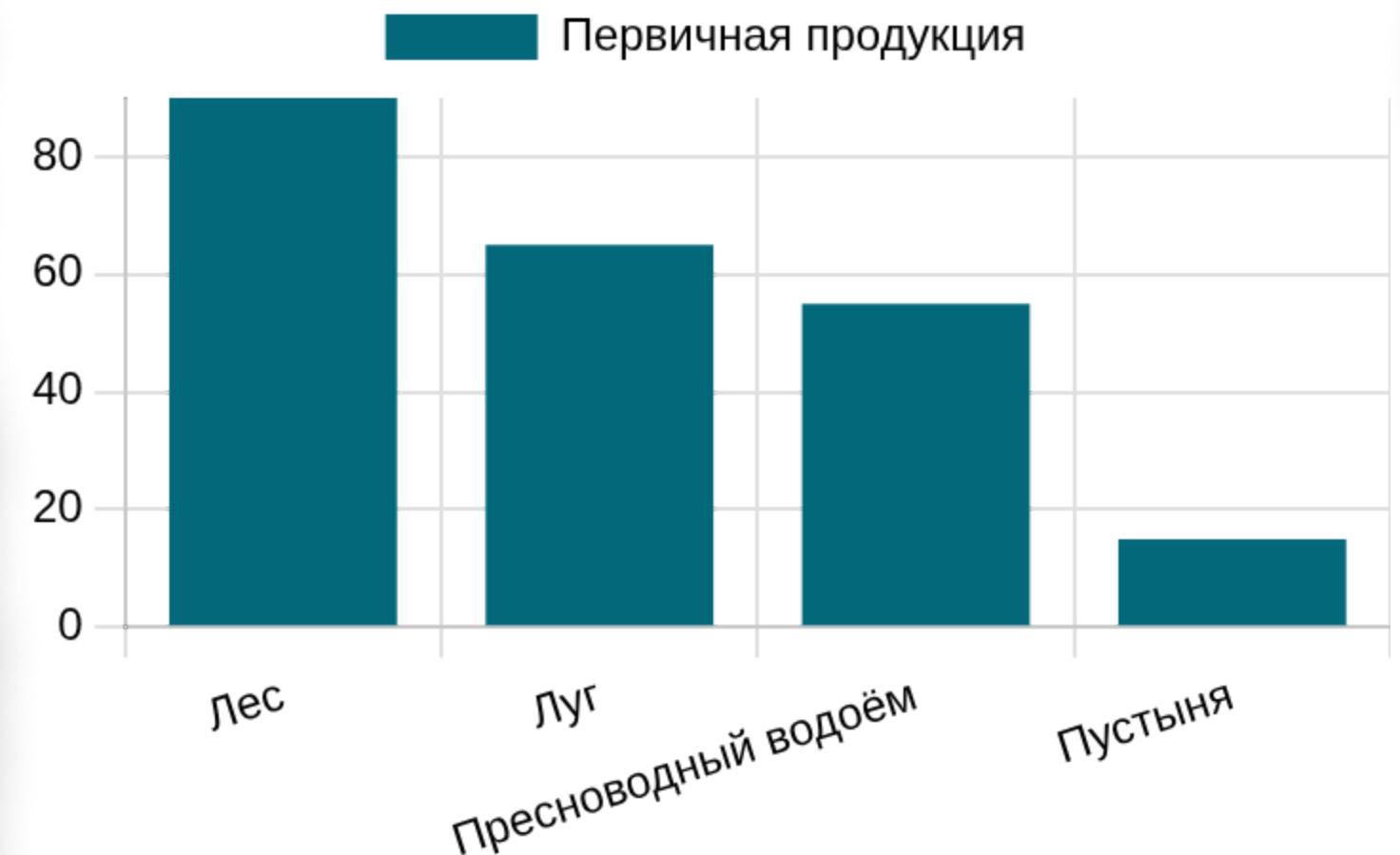
Круговорот воды и роль влаги в жизни экосистем

				
Испарение и осадки Вода непрерывно переходит из жидкого состояния в пар, затем конденсируется и возвращается на поверхность в виде осадков. Именно так поддерживается обмен влаги между сушей, водоёмами и атмосферой.	Транспирация растений Растения не только потребляют воду, но и активно испаряют её через листья. Транспирация помогает перемещать растворы веществ, охлаждает растение и связывает водный режим с фотосинтезом.	Основа жизненных процессов Вода необходима для фотосинтеза, растворения веществ и химических реакций в клетке. Она участвует в транспорте питательных соединений и помогает сохранять внутреннюю среду организма.	Терморегуляция и влажность При высокой влажности организмы легче сохраняют водный баланс, а при дефиците влаги усиливается перегрев и замедляются жизненные процессы. Поэтому климат напрямую влияет на активность экосистем.	Влияние на продуктивность Недостаток воды снижает рост растений, ограничивает разложение органики и уменьшает первичную продукцию. В засушливых условиях экосистема становится более уязвимой к внешним изменениям.

Сравнение первичной продукции в разных экосистемах

Показатели отражают общий экологический принцип: чем благоприятнее сочетание влаги, температуры и освещённости, тем больше органического вещества создают продуценты.

Лес и луг отличаются высокой продуктивностью, а пустыня резко уступает им из-за дефицита воды. Продуктивность определяется прежде всего условиями среды.



Учебное обобщение по экологии; качественное сравнение без привязки к конкретному региону.

Пищевые цепи и пищевые сети



От травы к хищнику

На лугу всё начинается с растений: они создают органическое вещество, которым питаются травоядные. Затем энергия переходит к хищникам, а каждая следующая ступень зависит от предыдущей. Такая цепь наглядно показывает направление переноса вещества и энергии в экосистеме.



Сеть вместо одной линии

В природе организм редко связан только с одним источником пищи. Один вид может поедать несколько объектов и сам становится добычей разных животных, поэтому цепи переплетаются в сложную сеть. Именно эта взаимосвязанность делает сообщество более устойчивым к изменениям.

От солнечной энергии к тепловым потерям

Схема показывает, как энергия входит в экосистему, проходит через трофические уровни и постепенно рассеивается в виде тепла.



Сравнение круговорота веществ и потока энергии

Признак	Вещества	Энергия
Характер	цикличность	однаправленность
Использование	многократное	однократное
Источник	среда и организмы	Солнце

Таблица показывает главное различие между двумя основными процессами в экосистеме: вещества возвращаются в систему, а энергия проходит через неё только один раз.

Круговорот веществ обеспечивает обновление ресурсов, а поток энергии — работу живых систем. Устойчивость экосистемы возможна только при одновременном существовании обоих процессов.

Обобщение базовых положений экологии

Влияние человека на биогеохимические круговороты

1. Вырубка лесов

Сокращение лесных площадей уменьшает поглощение углекислого газа и снижает образование органического вещества. В результате ослабевают как круговорот углерода, так и способность экосистемы к самовосстановлению.

3. Загрязнение среды

Токсичные вещества в почве и воде подавляют работу бактерий и грибов-редуцентов. Разложение органики замедляется, а возврат минеральных веществ в среду становится менее эффективным.

2. Избыточные удобрения

Чрезмерное внесение минеральных удобрений нарушает естественный круговорот азота. Нитраты накапливаются в почвах и водоёмах, что усиливает рост водорослей и ухудшает состояние водных экосистем.

4. Последствия для природы

Итогом становятся эвтрофикация, деградация почв, снижение биоразнообразия и потеря устойчивости. Чем сильнее нарушены круговороты, тем труднее экосистеме сохранять равновесие.

Факторы, нарушающие устойчивость экосистем

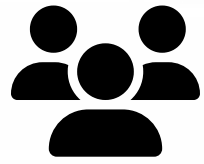
Диаграмма отражает не только отдельные угрозы, но и их накопительный эффект. Даже умеренные воздействия становятся опаснее при одновременном действии.

На устойчивость сильнее всего влияет сочетание нескольких факторов: оно уменьшает биомассу, нарушает связи между организмами и замедляет восстановление экосистемы.



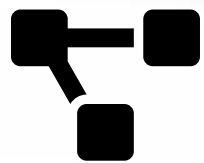
Обобщение экологических факторов; условное распределение для учебной схемы.

Признаки устойчивой экосистемы



Высокое разнообразие

Чем больше видов входит в сообщество, тем выше вероятность, что часть организмов компенсирует изменения среды. Разнообразие снижает риск резкого нарушения всей системы.



Развитая сеть связей

Множество пищевых цепей образует сложную сеть, в которой исчезновение одного вида не обрывает все трофические отношения. Это делает экосистему более гибкой и надёжной.



Активные редуценты

Бактерии и грибы быстро возвращают минеральные вещества в среду, поддерживая питание растений. Без эффективного разложения устойчивый круговорот веществ невозможен.



Саморегуляция

Устойчивая экосистема способна смягчать колебания численности организмов и сохранять относительное равновесие. Такой механизм особенно заметен в зрелых природных сообществах.



Стабильная продуктивность

При достаточной замкнутости круговоротов первичная продукция меняется умеренно и остаётся достаточной для всех трофических уровней. Это один из главных признаков экологической устойчивости.

Вещества возвращаются, энергия движет систему

В экосистеме вещества совершают круговорот, а энергия проходит через трофические уровни и рассеивается. Именно поэтому живой мир зависит и от замкнутости обмена, и от постоянного притока солнечной энергии.