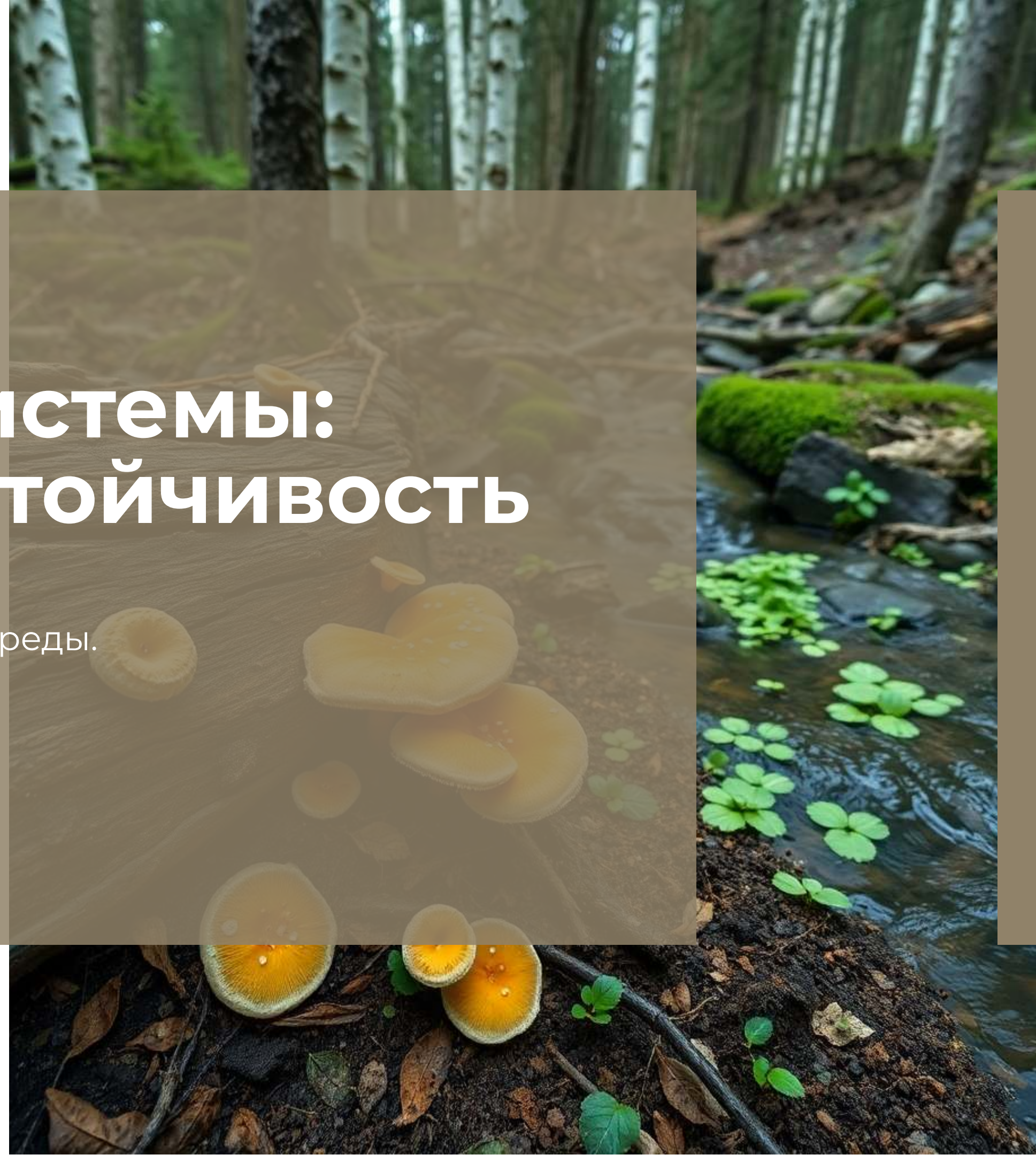


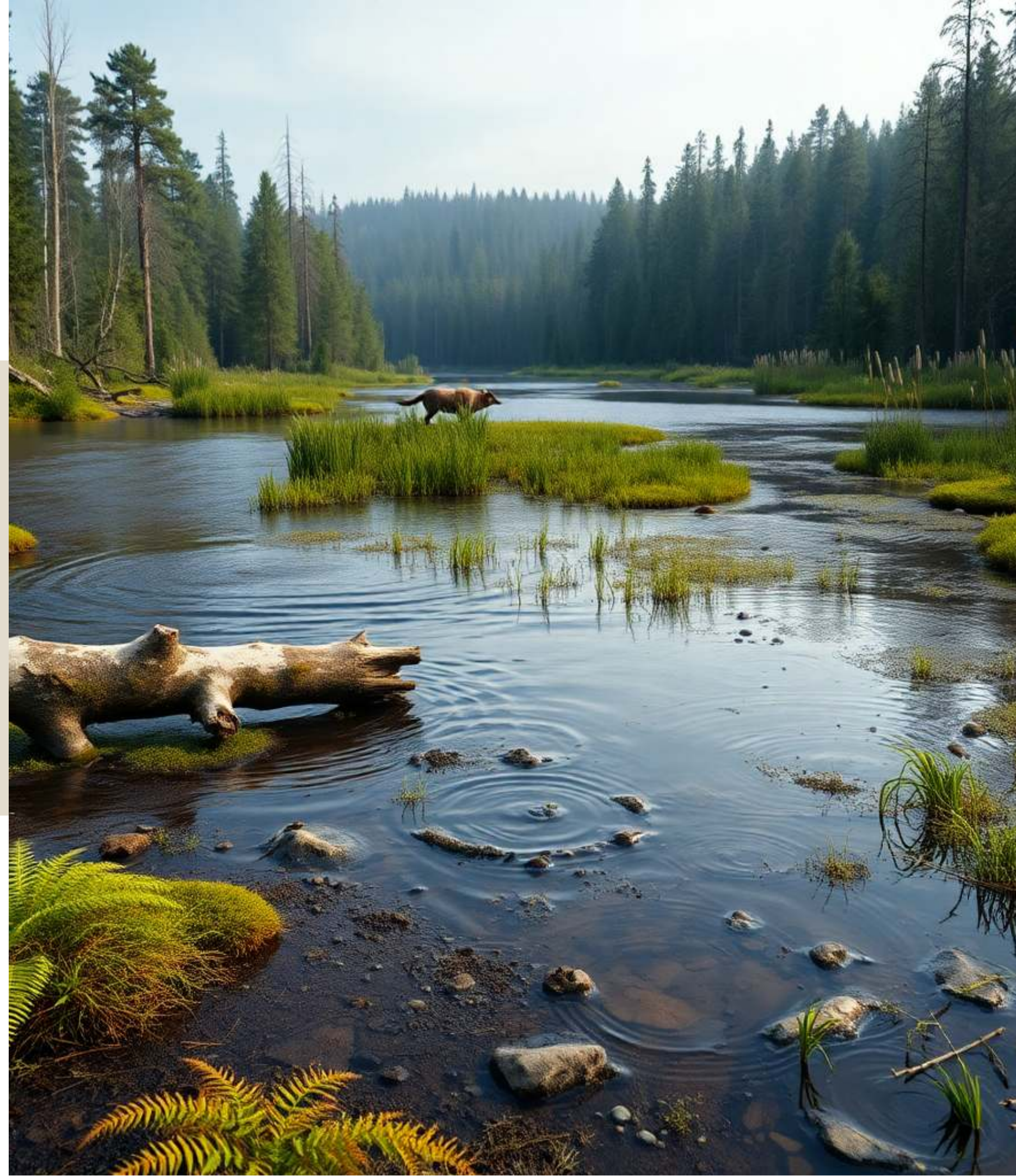
Экологические системы: состав, связи и устойчивость

Жизнь в системе взаимосвязей организма и среды.



Почему экосистемы — ключевая тема экологии

Экосистемы показывают, как связаны организмы, среда и круговорот веществ. Через эту тему объясняются фотосинтез, дыхание, адаптации, устойчивость природных сообществ и влияние человека на природу.



Состав экосистемы: биотические и абиотические компоненты

01

Продуценты

Это автотрофные организмы, которые создают органическое вещество из неорганических соединений и накапливают энергию. В наземных экосистемах к ним относятся зелёные растения, а в водных — фитопланктон и водоросли.

02

Консументы

Они используют готовое органическое вещество и переносят энергию между трофическими уровнями. К этой группе относятся травоядные и хищные животные, а также человек как один из потребителей пищи.

03

Редуценты

Бактерии и грибы разлагают останки организмов, переводя органические соединения в минеральные вещества. Благодаря их работе вещества возвращаются в среду и снова становятся доступными живым организмам.

04

Свет и тепло

Свет определяет интенсивность фотосинтеза, а температура влияет на обмен веществ, активность организмов и скорость разложения. Эти факторы особенно заметны при смене сезонов и в разных климатических зонах.

05

Вода и почва

Влажность, солёность, кислотность, состав почвы и содержание кислорода создают условия для жизни видов. Именно абиотическая среда задаёт границы, в которых может существовать экосистема.

Основные компоненты экосистемы и их функции

Таблица показывает, какую роль выполняет каждый компонент экосистемы и как он проявляется на практике.

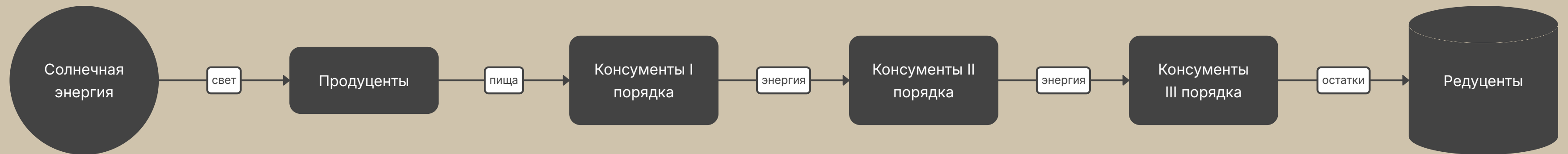
Все компоненты связаны функционально: без любого из них нарушаются поток энергии, круговорот веществ и устойчивость системы.

Компонент	Роль	Примеры
Продуценты	Синтез органики	берёза, фитопланктон
Консументы	Передача энергии	заяц, щука, человек
Редуценты	Минерализация остатков	бактерии, грибы
Абиотическая среда	Условия жизни	свет, вода, почва

Обобщение по школьному курсу биологии, тема «Экосистемы»

Поток энергии в экосистеме

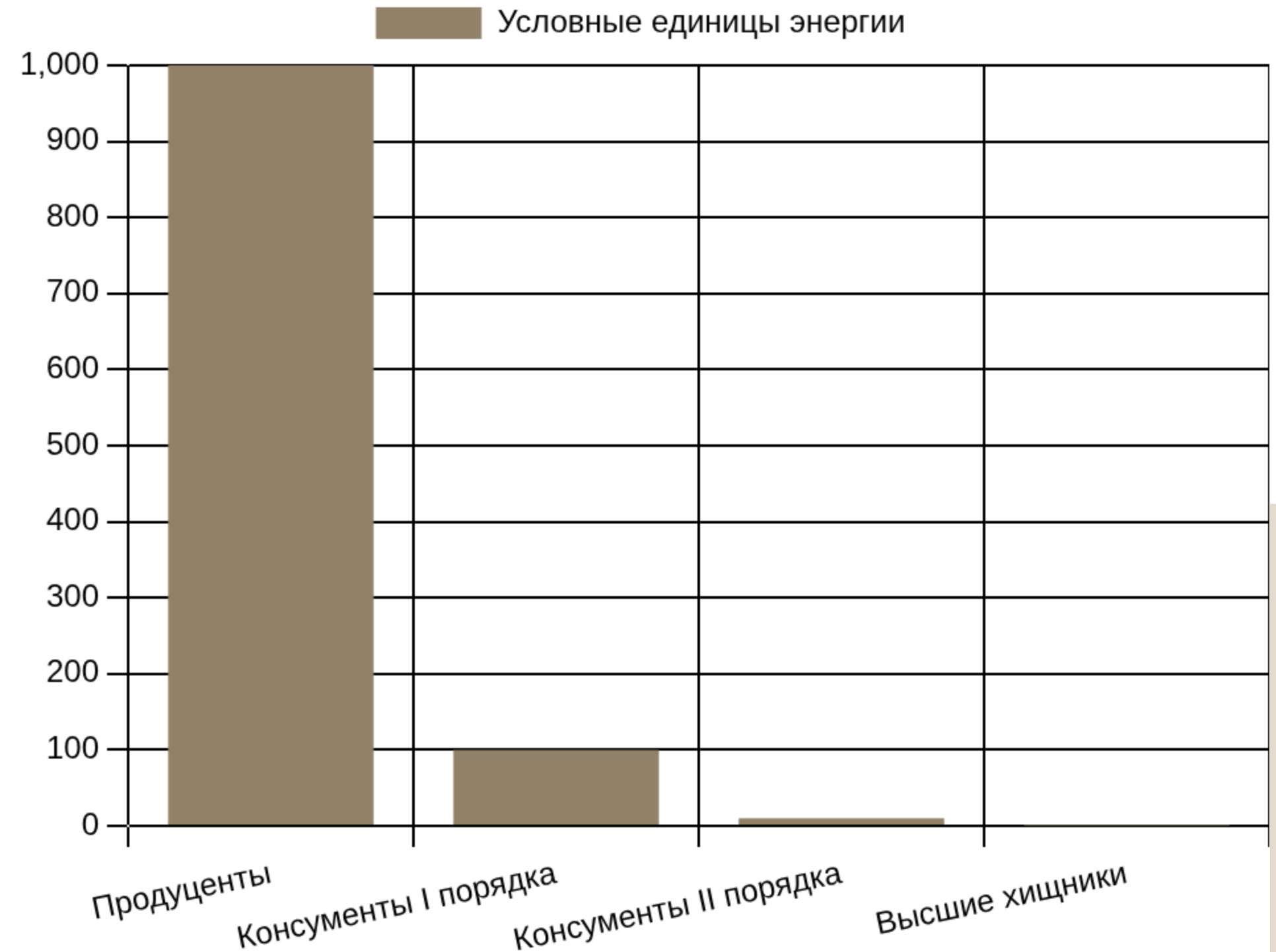
Схема отражает однонаправленное движение энергии через трофические уровни.



Снижение количества энергии по трофическим уровням

Диаграмма иллюстрирует правило: к следующему уровню переходит лишь малая часть энергии, поэтому численность крупных хищников всегда невелика.

Резкое уменьшение энергии ограничивает длину пищевых цепей и делает верхние уровни особенно уязвимыми.



Обобщённая модель по правилу экологической эффективности передачи энергии ($\approx 10\%$)

Пищевые цепи и пищевые сети как форма связей между организмами

○ Линейная передача

Пищевая цепь показывает последовательный переход вещества и энергии от одного организма к другому. Простой пример — трава, заяц и лиса, где каждый следующий участник зависит от предыдущего.

○ Сеть связей

В природе один вид обычно питается разными объектами и сам служит пищей нескольким потребителям. Поэтому реальные отношения образуют не одну линию, а сложную сеть взаимосвязанных цепей.

○ Устойчивость сообщества

Чем больше в сети альтернативных связей, тем легче экосистема переносит исчезновение отдельного вида. Запасные трофические связи уменьшают риск разрушения всего сообщества при локальных изменениях.



Круговорот веществ в экосистеме

Испарение и транспирация

Вода поступает в атмосферу с поверхности водоёмов, почвы и через листья растений. Это начало водного круговорота, который связывает живую и неживую природу.

Фиксация и превращения

Азот из воздуха становится доступным растениям после работы бактерий, а углерод включается в органические вещества при фотосинтезе. В почве и воде идут дальнейшие превращения.

Конденсация и осадки

Водяной пар охлаждается, образует облака и возвращается на поверхность в виде дождя, снега или росы. Так вода снова становится доступной организмам.

Возврат веществ

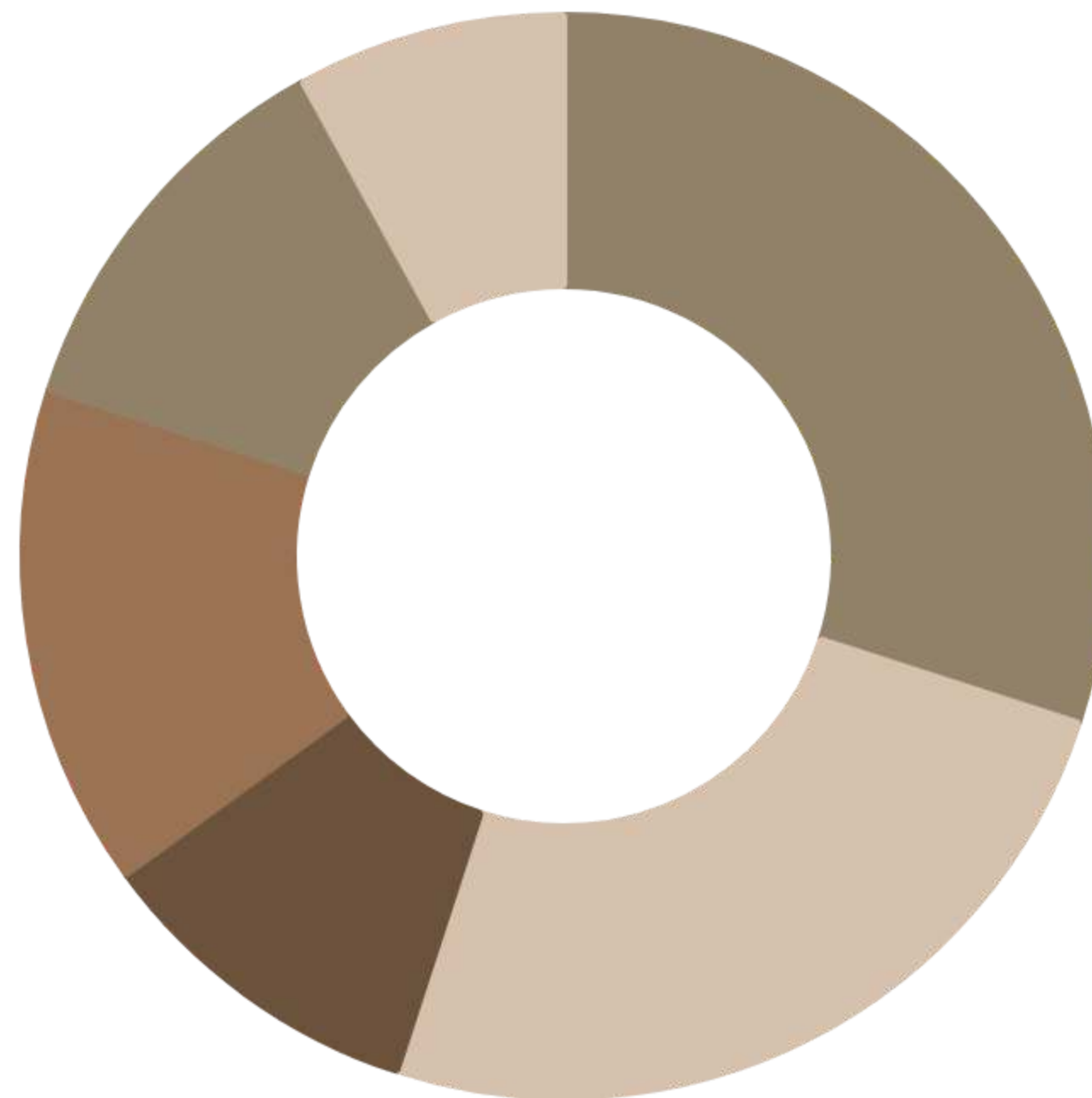
При дыхании, разложении и сгорании органики вещества возвращаются в среду. Круг не замыкается полностью в одной точке, но постоянно поддерживает жизнь экосистемы.

Биоразнообразии и устойчивость экосистем

Разнообразие групп организмов создаёт больше связей между звеньями сообщества и делает экосистему гибче при изменении условий среды.

Чем богаче структура сообщества, тем выше его способность компенсировать потери и сохранять устойчивость при нарушениях.

Продуценты Консументы Опылители
Почвенные организмы Редуценты Хищники



Обобщение по школьному курсу экологии; условное распределение групп для иллюстрации роли биоразнообразия

Природные и искусственные экосистемы



Природные системы

Лес, степь, болото или озеро формируются без прямого создания человеком. Такие экосистемы обычно имеют более сложные связи, большее разнообразие видов и лучшую способность к саморегуляции.



Искусственные системы

Поле, сад, огород, парк или аквариум создаются и поддерживаются человеком. Они существуют устойчиво только при регулярном уходе, защите от вредителей, поливе и внесении удобрений.



Зависимость от среды

В искусственных экосистемах состав видов обычно упрощён, поэтому они сильнее зависят от внешних ресурсов. Любое нарушение ухода быстрее отражается на их состоянии и продуктивности.



Сравнение устойчивости

Природные экосистемы чаще лучше переносят колебания температуры, влажности и численности организмов. Их устойчивость основана на разнообразии связей и возможности частичной компенсации потерь.

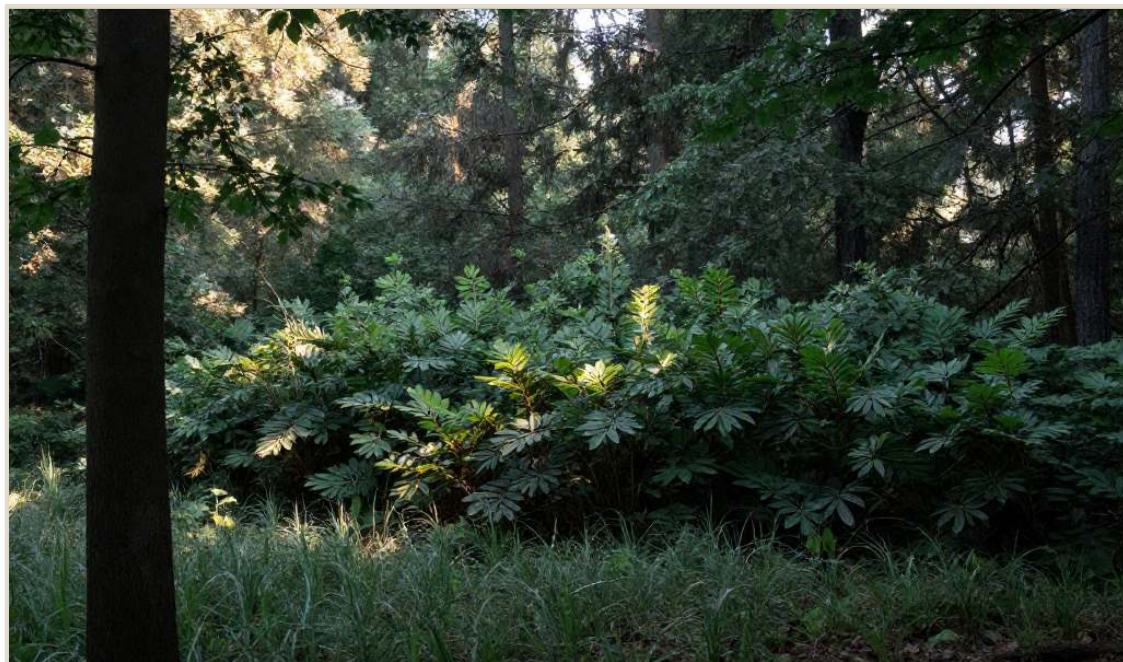
Сравнение наземных и водных экосистем

Признак	Наземные	Водные
Освещённость	обычно выше	уменьшается с глубиной
Температура	резкие колебания	более стабильна
Ведущий фактор	почва	солёность и кислород

Сравнение показывает, что условия среды определяют набор видов, способы их приспособления и устойчивость экосистемы.

На суше решающую роль играют почва и перепады температуры, а в воде — свет, глубина и содержание растворённого кислорода.

Как устроен лес внутри



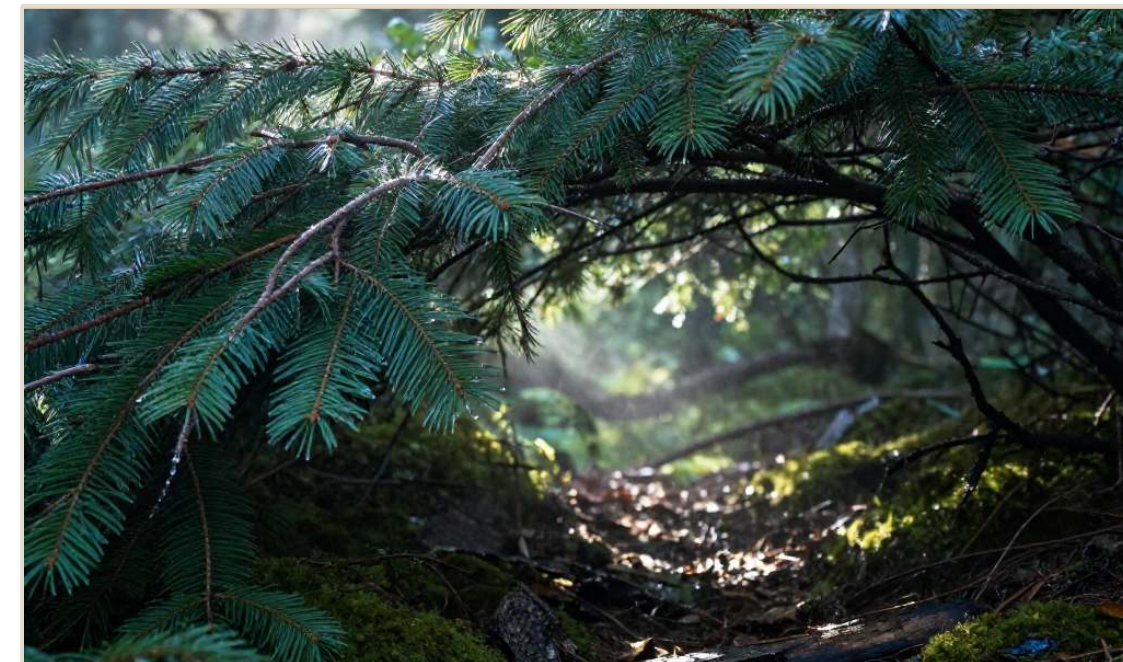
Ярусность создаёт порядок

В лесу растения располагаются слоями: кроны деревьев, кустарники, травы, мхи и лишайники. Такая структура позволяет разным видам использовать свет, влагу и пространство без прямого вытеснения друг друга.



Подстилка работает как накопитель

Опавшие листья, ветви и хвоя образуют слой подстилки, где задерживается влага и накапливаются питательные вещества. Здесь активно живут грибы, бактерии и почвенные беспозвоночные, ускоряющие разложение органики.



Микроклимат поддерживает устойчивость

Кроны деревьев ослабляют ветер, создают тень и смягчают перепады температуры. Благодаря этому в лесу сохраняется более влажная и стабильная среда, которая благоприятна для многих организмов.

Экологические факторы и приспособления организмов

○ Факторы среды

Температура, свет, влажность, состав почвы и химические свойства воды задают условия жизни. От них зависит, какие виды смогут существовать в данном месте и насколько успешно они будут размножаться.

○ Влияние живых организмов

Животные и растения не только приспособляются, но и меняют среду: роющие формы разрыхляют почву, а корневые системы укрепляют её и помогают удерживать влагу.

○ Пределы выносливости

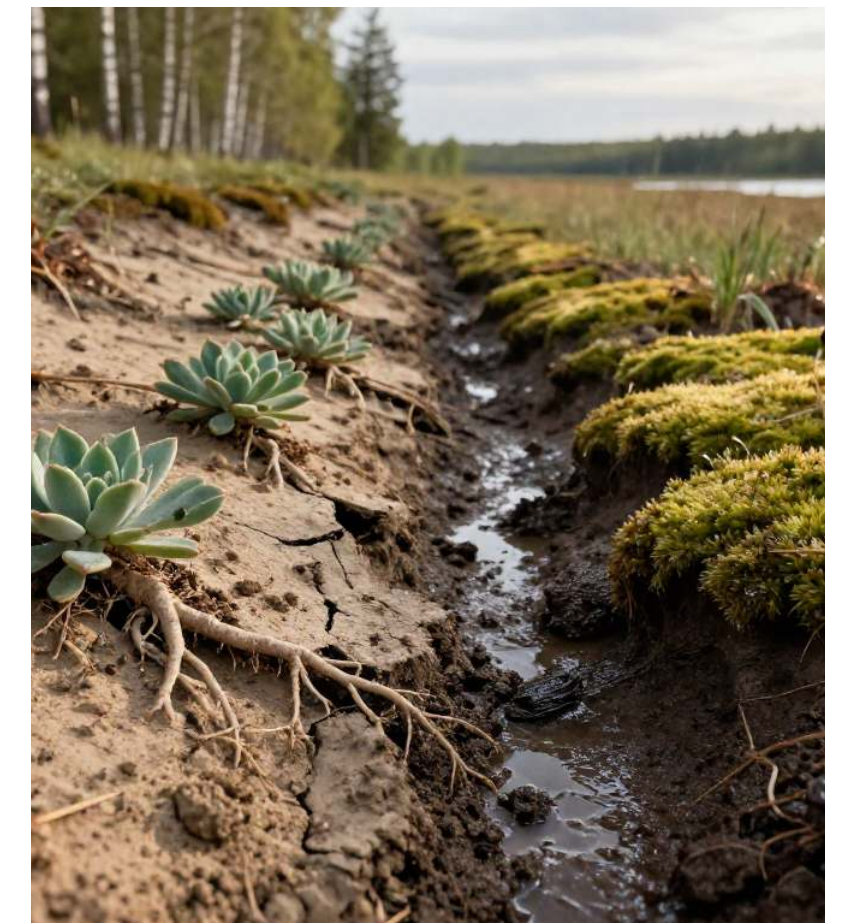
У каждого вида есть диапазон переносимости и оптимум, при котором рост и размножение наиболее интенсивны. При выходе за пределы этого диапазона жизнедеятельность резко снижается.

○ Обратные связи

Изменения среды отражаются на составе сообщества, а само сообщество, в свою очередь, влияет на условия жизни. Такие обратные связи помогают экосистеме сохранять устойчивость или, наоборот, усиливают её нарушение.

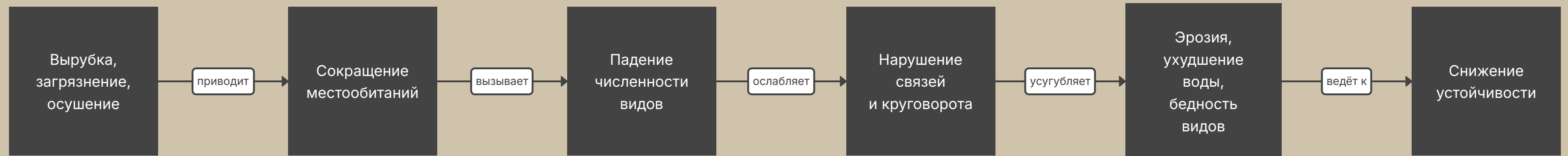
○ Приспособления к влаге

Растения засушливых мест удерживают воду, уменьшают испарение и развивают глубокие корни. Мхи, наоборот, способны накапливать влагу и переживать кратковременное высыхание.



Нарушение экосистемы: как запускается цепь последствий

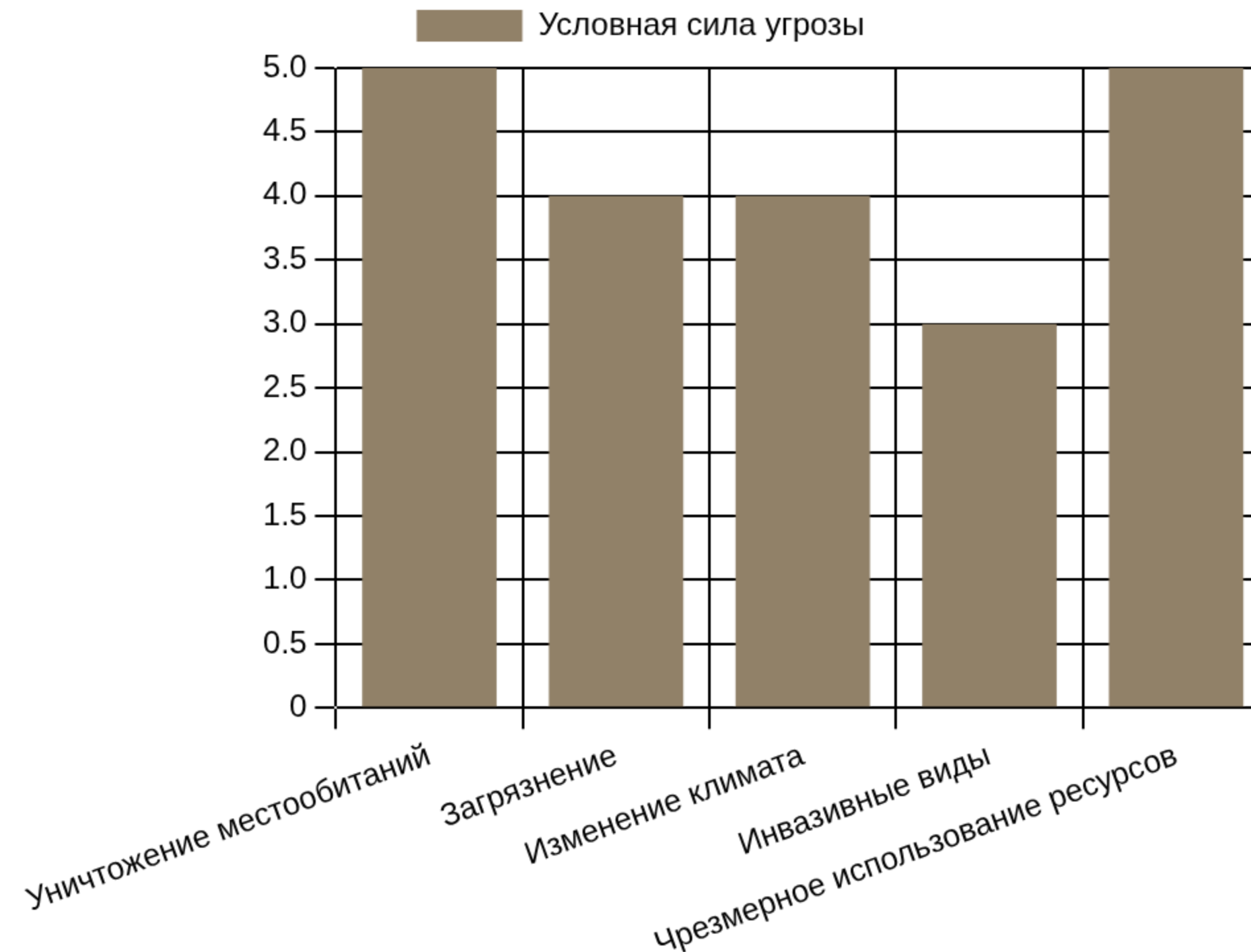
Схема отражает последовательность изменений после сильного внешнего воздействия на природную систему.



Основные угрозы для экосистем

Разные угрозы часто действуют одновременно и усиливают друг друга, поэтому особенно опасны их сочетания в одном регионе.

Наибольший риск создают потеря местообитаний и чрезмерная нагрузка на природные ресурсы, но долгосрочные изменения климата затрагивают все экосистемы.



Схематическое обобщение типичных антропогенных воздействий

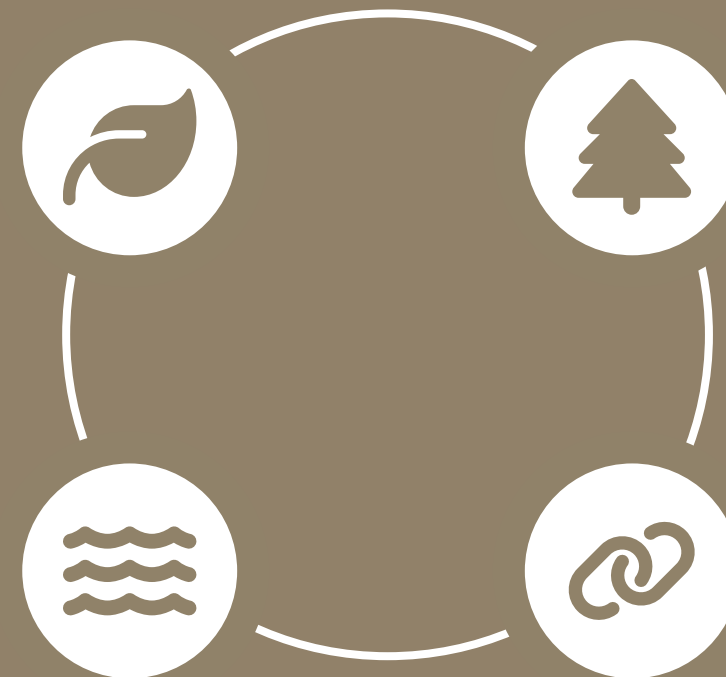
Охрана и восстановление экосистем

Охраняемые территории

Заповедники и национальные парки сохраняют природные комплексы почти без вмешательства человека. Они защищают редкие виды и поддерживают ключевые местообитания.

Чистая вода и почвы

Очистка водоёмов, рекультивация почв и снижение загрязнения возвращают естественные процессы. Это особенно важно там, где нарушены круговорот веществ и состав сообществ.



Восстановление растительности

Лесовосстановление и посадка местных видов помогают вернуть устойчивость нарушенным участкам. Такие меры ускоряют почвообразование и закрепляют склонные к эрозии территории.

Экокоридоры

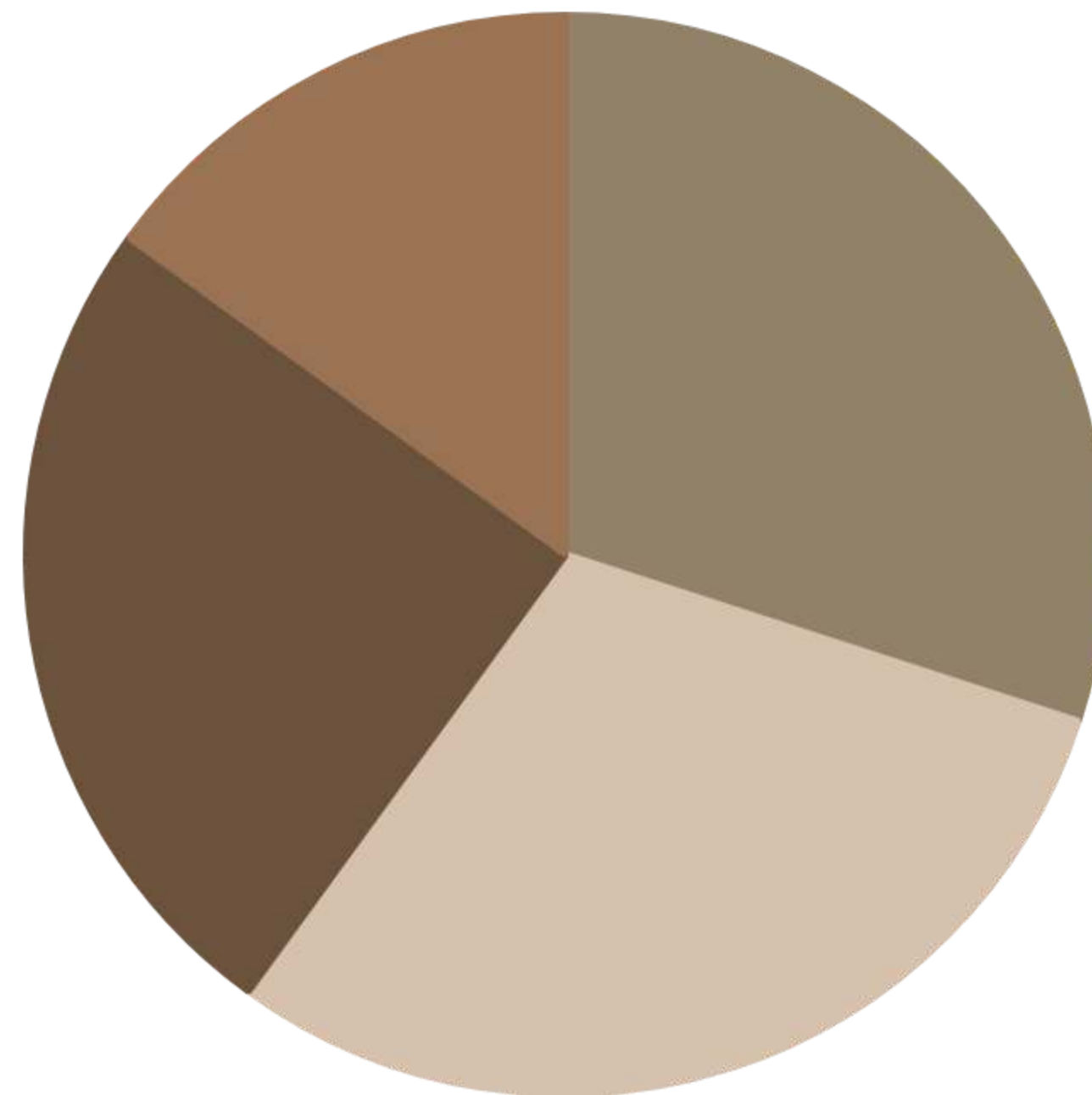
Сохранение экокоридоров соединяет разобщённые участки среды и позволяет животным и растениям расселяться. Благодаря этому популяции меньше изолируются и лучше переживают изменения среды.

Экосистемные услуги, которые получают люди

Эти услуги редко заметны по отдельности, но именно они поддерживают здоровье людей, хозяйство и качество среды обитания.

Природа одновременно даёт ресурсы, стабилизирует условия жизни и формирует пространство для отдыха и обучения.

Обеспечивающие Регулирующие Поддерживающие
Культурные



Условное распределение по группам экосистемных услуг

Городская экосистема и роль зелёных зон

○ Город как система

В городе взаимодействуют здания, транспорт, воздух, вода, почвы, растения, животные и человек. Поэтому даже небольшие изменения в одной части среды отражаются на всей городской экосистеме.

○ Зелёные островки жизни

Парки, скверы и школьные дворы сохраняют местообитания насекомых, птиц и мелких животных. Они поддерживают локальные пищевые связи и делают городскую среду биологически более разнообразной.

○ Польза для микроклимата

Деревья снижают нагрев поверхности, задерживают пыль и частично ослабляют шум. В тёплый сезон это помогает уменьшить перегрев воздуха и делает город более комфортным для людей.



5

ключевых групп показателей
помогают быстро оценить состояние
экосистемы.

Оценка обычно включает
разнообразие, связи, качество
среды, индикаторные виды
и скорость восстановления. Такой
набор даёт более точную картину,
чем один отдельный признак.

Обобщение учебного материала по экологии



Экосистема держится на балансе

Экосистема существует благодаря энергии Солнца, круговороту веществ и множеству взаимосвязей между организмами и средой. Чем прочнее эти связи, тем выше устойчивость и способность к восстановлению.