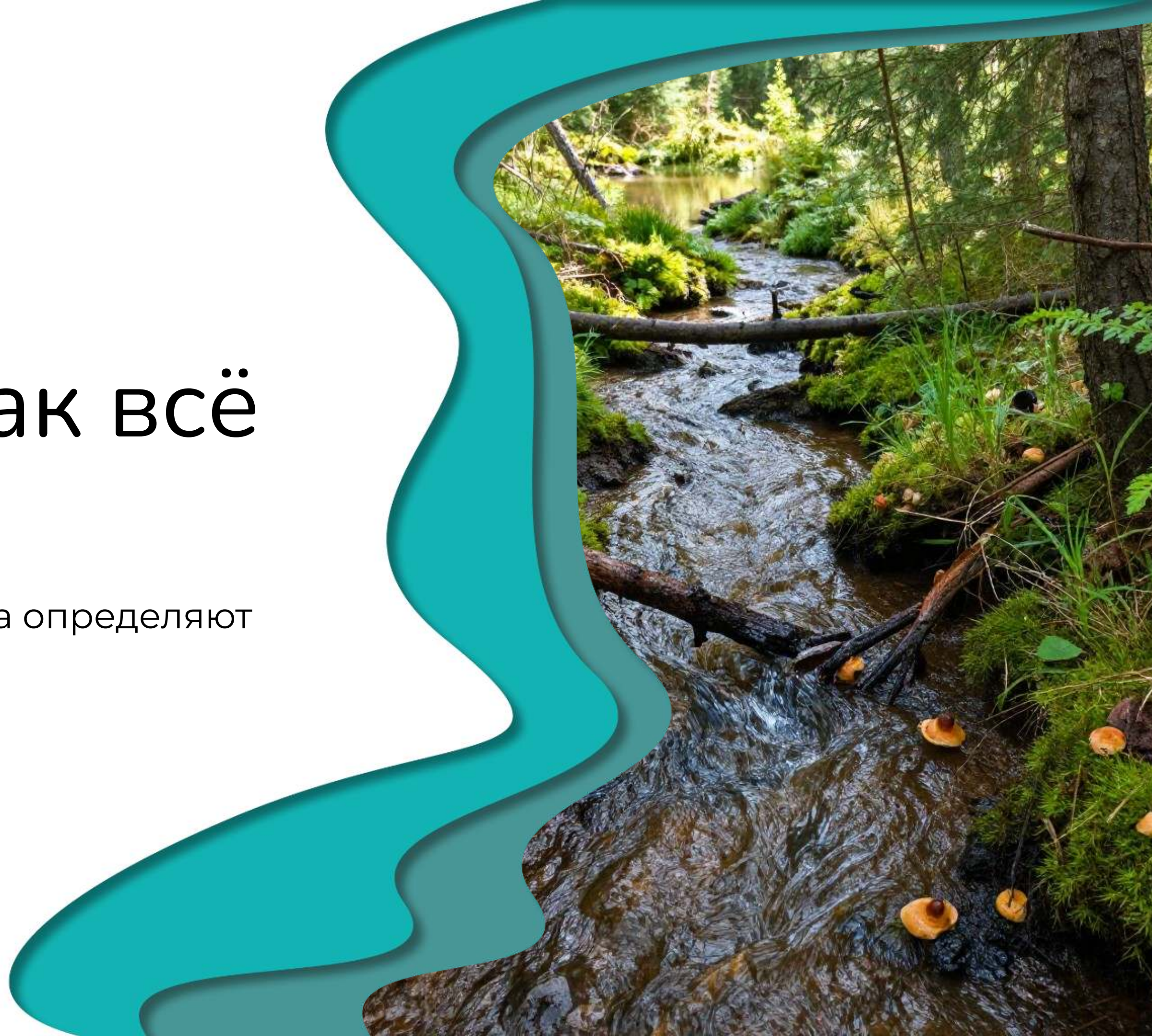


# Структура экосистем: как всё связано

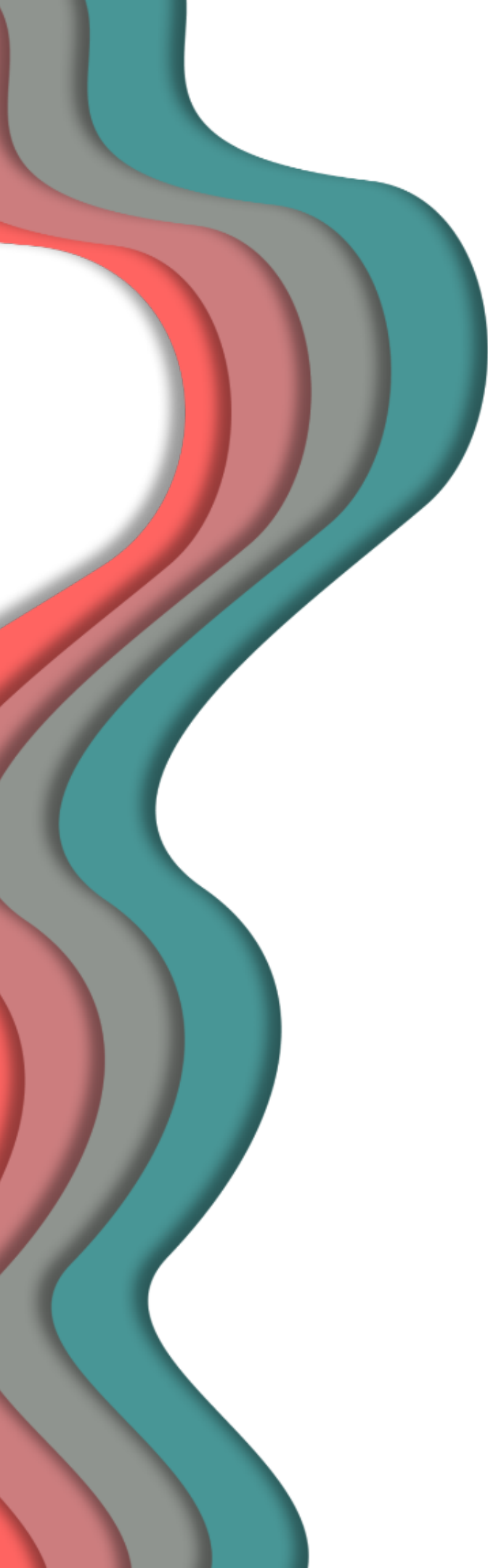
Связи живого и неживого мира определяют работу экосистемы.



# Экосистема как система связей

Экосистема — это не перечень видов, а система связей между организмами и средой. Именно поэтому лес, пруд, луг и даже город работают по-разному.





# Что такое экосистема

01

---

## **Единство компонентов**

Экосистема объединяет живые организмы и среду их обитания в единую систему обмена веществом и энергией. Это делает её не случайным набором, а целостной структурой.

03

---

## **Взаимное влияние**

Если меняется один элемент, отклик получают и другие. Сокращение растений уменьшает кормовую базу, а изменение влажности влияет на состав видов и скорость разложения.

02

---

## **Разные масштабы**

Размер экосистемы может быть разным: от небольшого пруда до обширного лесного массива. Однако на любом масштабе сохраняются связи между организмами и условиями среды.

04

---

## **Практический смысл**

Изучение экосистем помогает понимать, почему природа реагирует на вмешательство человека не точечно, а как целая сеть взаимосвязанных процессов.

# Границы и уровни рассмотрения

---

## Условные границы

Границы экосистемы в природе не всегда чёткие. У пруда это может быть берег, у леса — опушка, а у города — переход между застройкой и зелёными зонами.

---

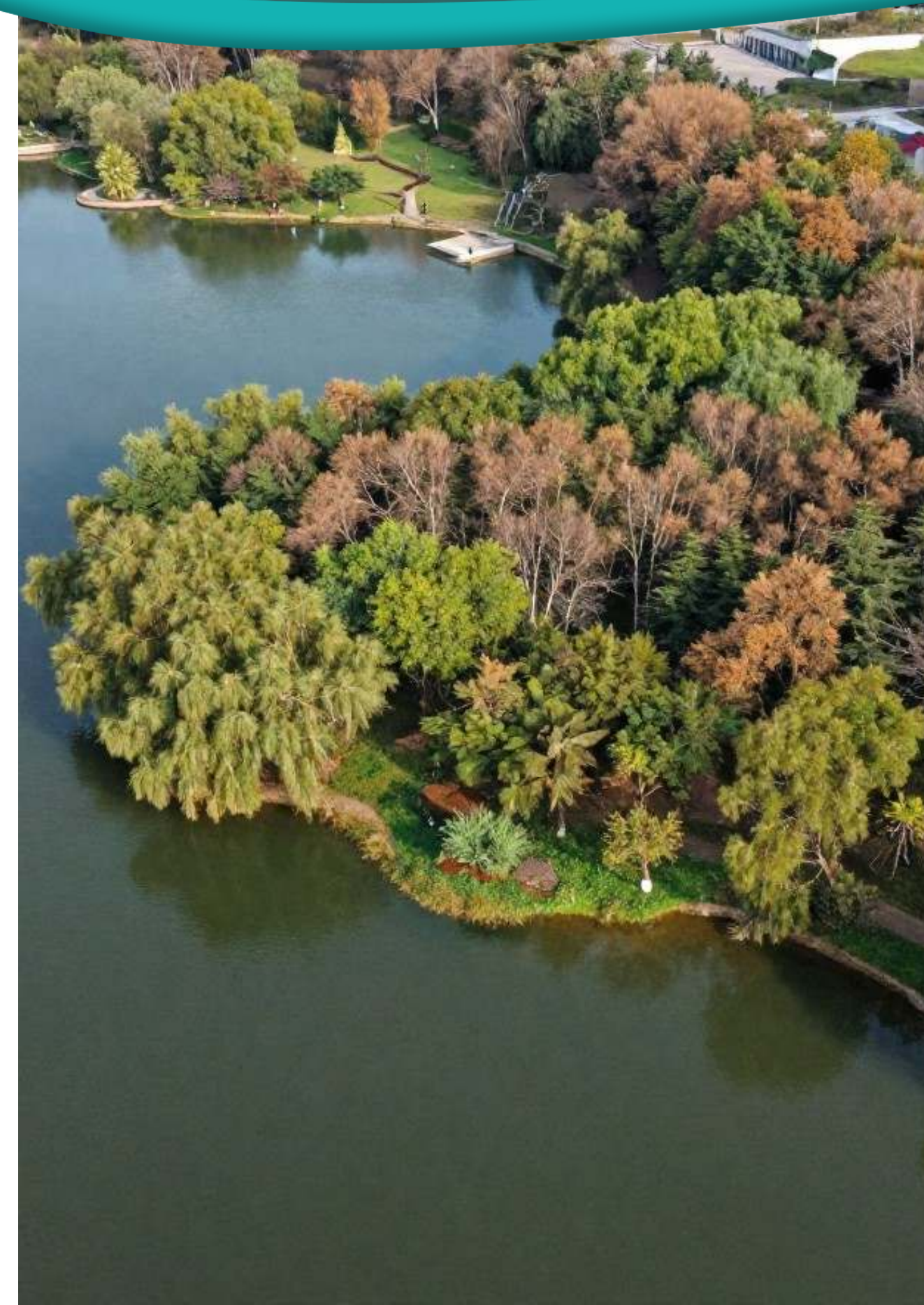
## Разные уровни

При анализе полезно различать микро-, мезо- и макроуровни. Так легче увидеть и локальные взаимодействия, и общую организацию природного сообщества.

---

## Зависимость от масштаба

Один и тот же объект можно изучать по-разному: как небольшую среду обитания, как часть ландшафта или как элемент более крупной природной системы.



# Абиотическая и биотическая части

Сопоставление абиотической и биотической частей показывает, что состав сообщества определяется не только наличием видов, но и условиями среды.

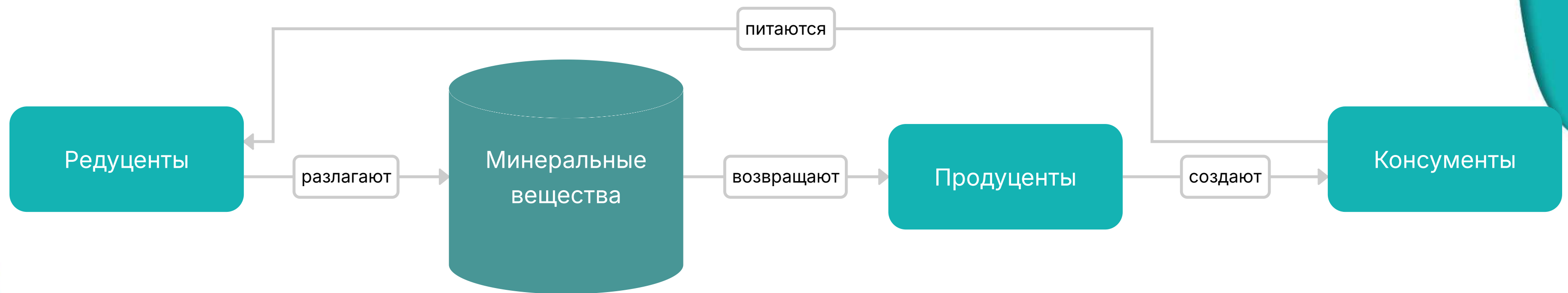
Неживая среда задаёт условия существования, а живые организмы формируют состав и динамику сообщества.

*Школьный курс биологии, тема «Экосистема»*

| Часть экосистемы | Примеры                   |
|------------------|---------------------------|
| Абиотическая     | свет, вода, почва         |
| Биотическая      | растения, животные, грибы |

# Кто есть кто в экосистеме

Схема отражает круговорот веществ между основными группами организмов и средой.

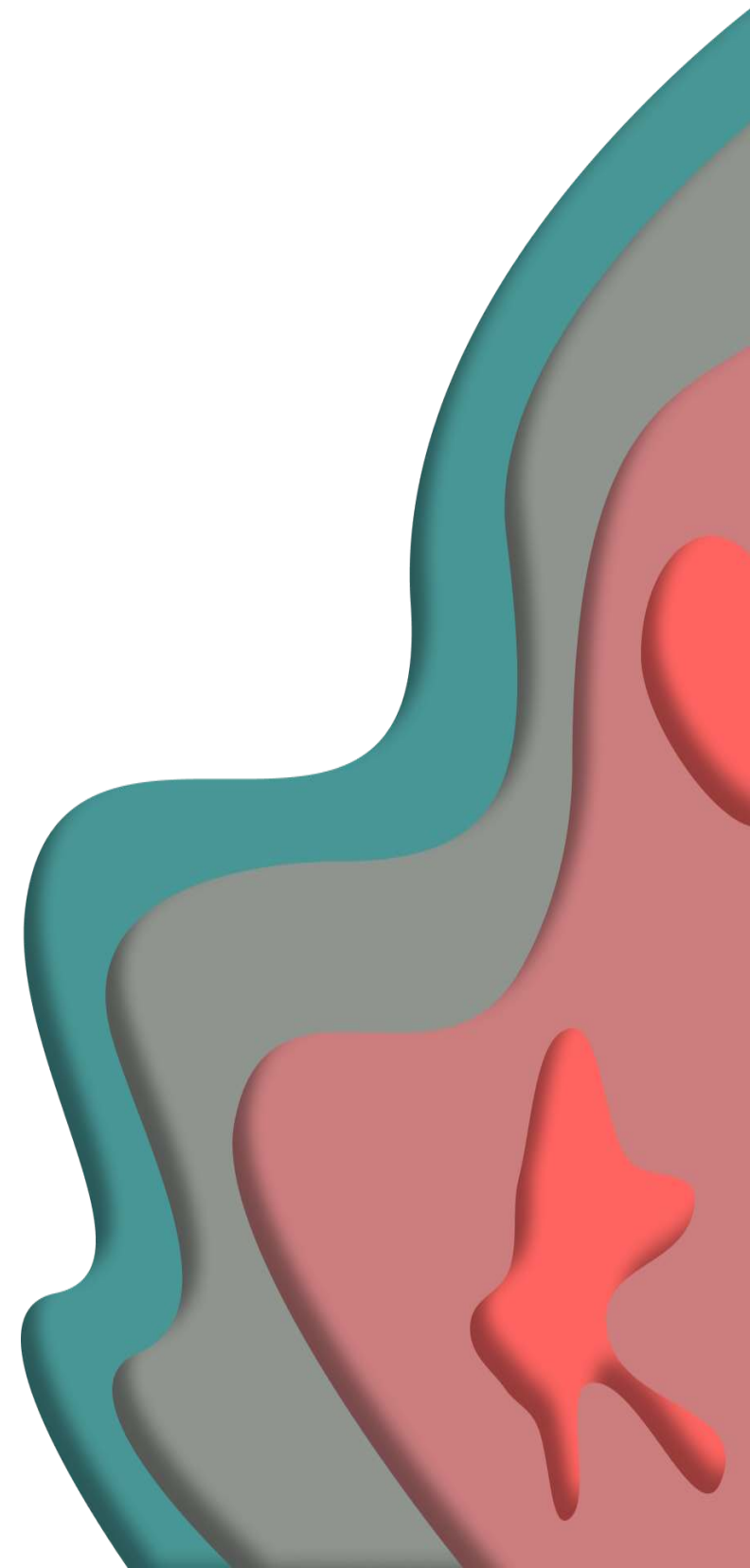
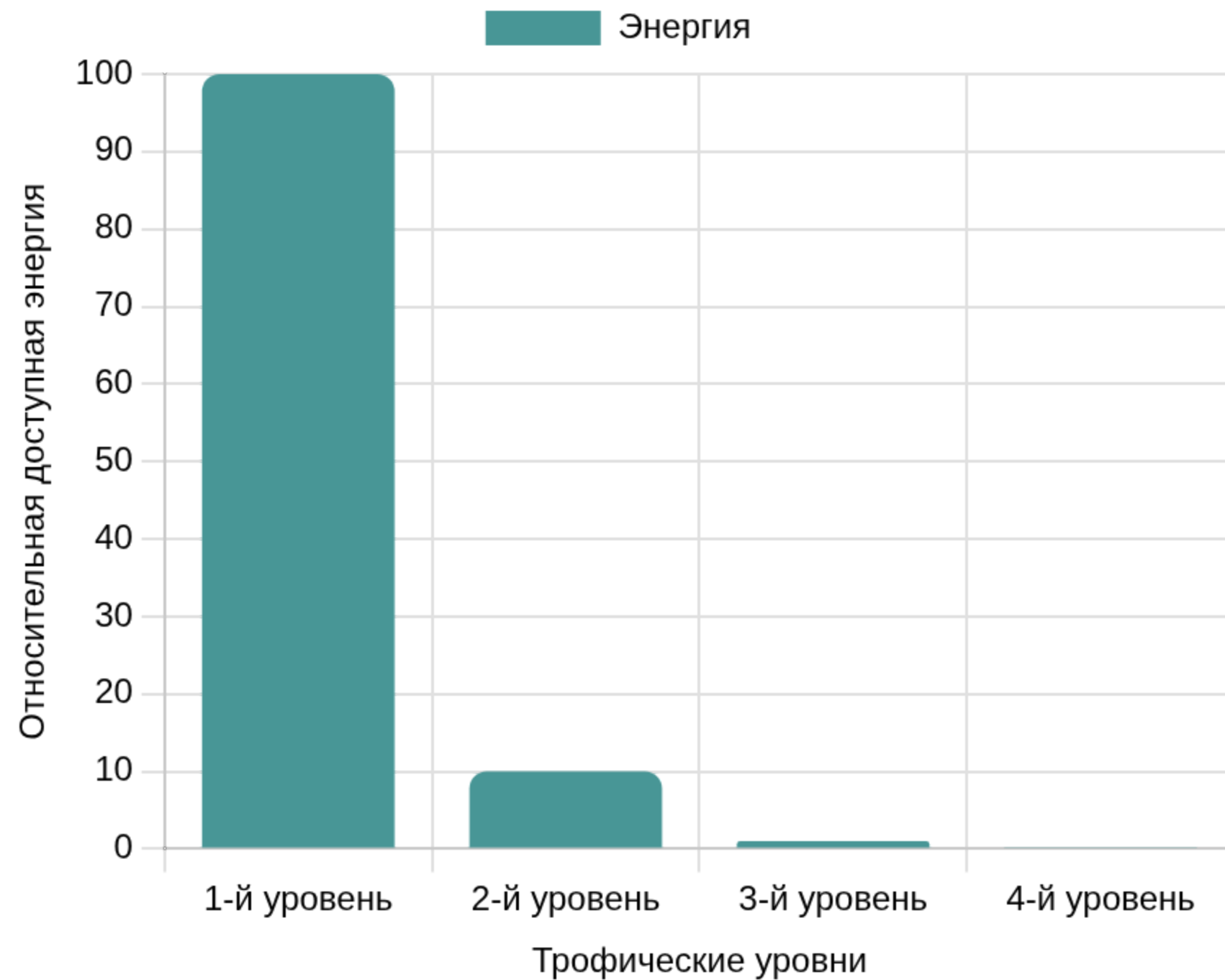


# Трофические уровни

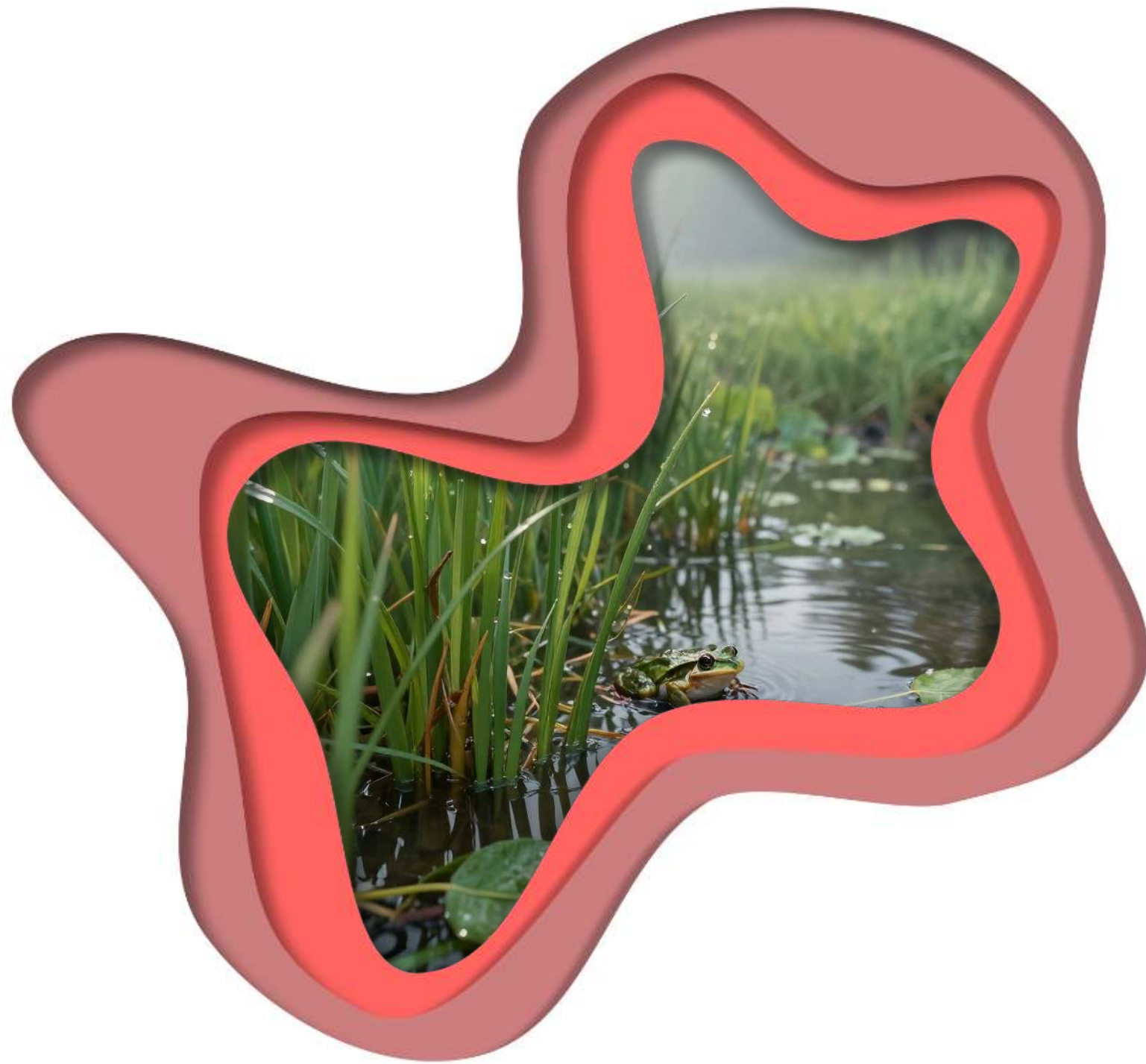
Трофические уровни помогают увидеть, как энергия постепенно сокращается по мере перехода от растений к хищникам.

Чем выше уровень, тем меньше энергии доступно, поэтому пищевые цепи обычно не бывают длинными.

*Схематическая модель передачи энергии между трофическими уровнями*



# Пищевая цепь как линейная связь



- **Линейная передача**

Пищевая цепь показывает последовательную передачу энергии от одного организма к другому. Она помогает понять, кто служит пищей, а кто получает энергию дальше по цепи.

- **Упрощённая модель**

Пример трава → кузнечик → лягушка → уж удобен для анализа, но он упрощает природные связи. В реальности один вид часто включён сразу в несколько цепей.

- **Зависимость звеньев**

Каждое звено зависит от предыдущего, поэтому исчезновение одного вида может нарушить питание других. Особенно заметно это в небольших экосистемах с ограниченным числом связей.

- **Пределы схемы**

Пищевая цепь — это лишь фрагмент общей картины. Чтобы увидеть устойчивость сообщества, нужно перейти от линейной схемы к более сложной пищевой сети.

# Пищевая сеть и её сложность

---

## Множество связей

Пищевая сеть объединяет множество цепей питания, связывая виды с разными источниками пищи и разными врагами. Благодаря этому экосистема становится менее уязвимой к потерям отдельных звеньев.

---

## Запас прочности

Если один вид сокращается, часть его функций могут частично взять на себя другие организмы. Такая замещаемость повышает устойчивость сообщества по сравнению с простой цепью питания.

---

## Сложность сообщества

В лесу и пруду сеть может включать десятки видов, связанных прямыми и косвенными отношениями. Именно эта сложность делает природные сообщества живыми и динамичными.



Пять основных типов связей помогают понять, почему в природе виды не существуют изолированно и как поддерживается равновесие сообщества.

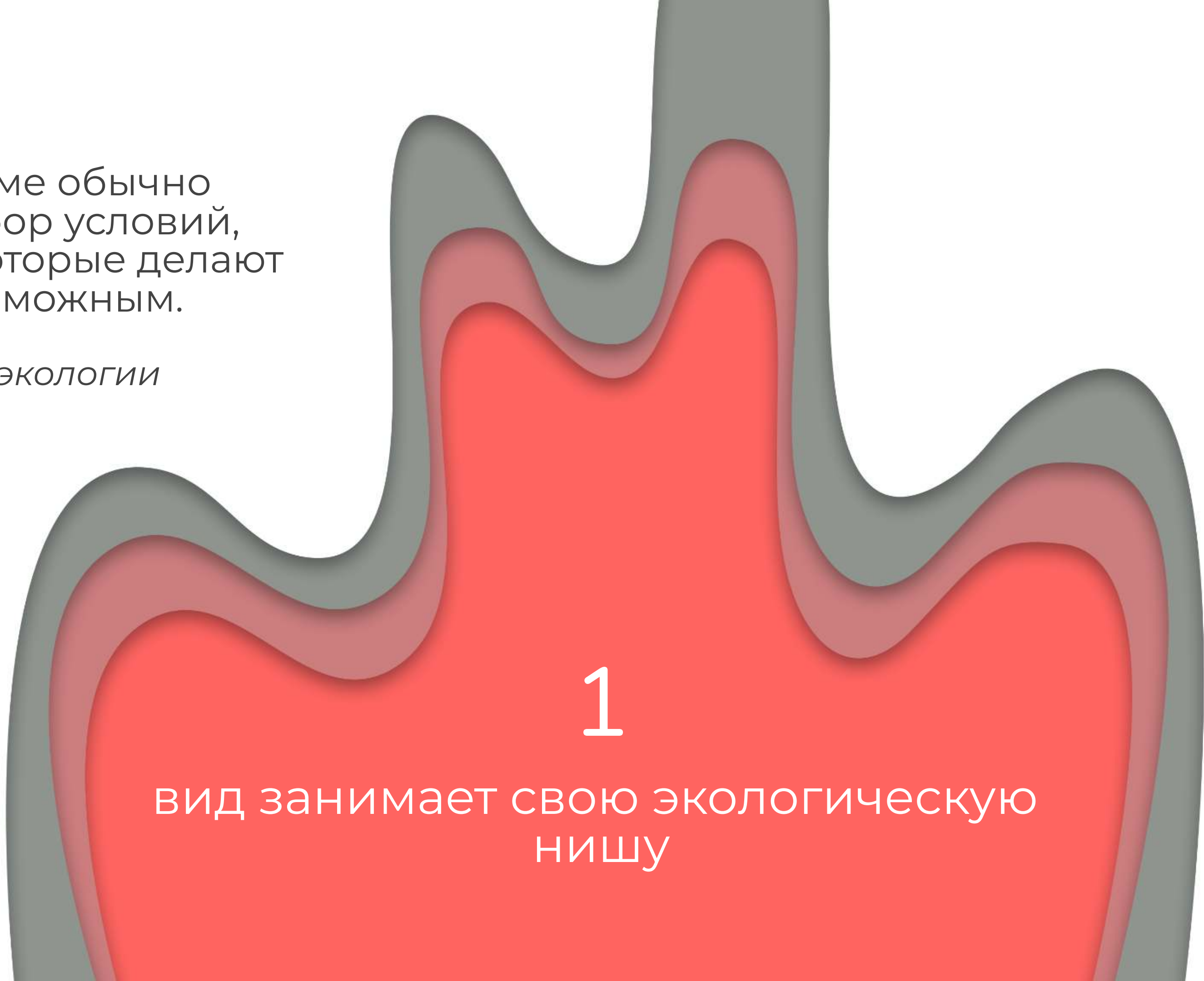
*Обобщение по материалам школьного курса биологии*

5

ОСНОВНЫХ ТИПОВ ПИЩЕВЫХ ОТНОШЕНИЙ  
рассматривают в ЭКОЛОГИИ

Роль вида в экосистеме обычно описывают через набор условий, ресурсов и связей, которые делают сосуществование возможным.

*Учебное обобщение по экологии*

A diagram illustrating an ecological niche. It features a large, irregular red shape in the center, representing the niche of a species. This red shape is surrounded by a grey, wavy-edged border. Inside the red area, the number '1' is displayed in white. Below the number, the text 'вид занимает свою экологическую нишу' is written in white. The overall shape of the red area is somewhat jagged, with several peaks and valleys, suggesting a complex set of conditions or resources.

1

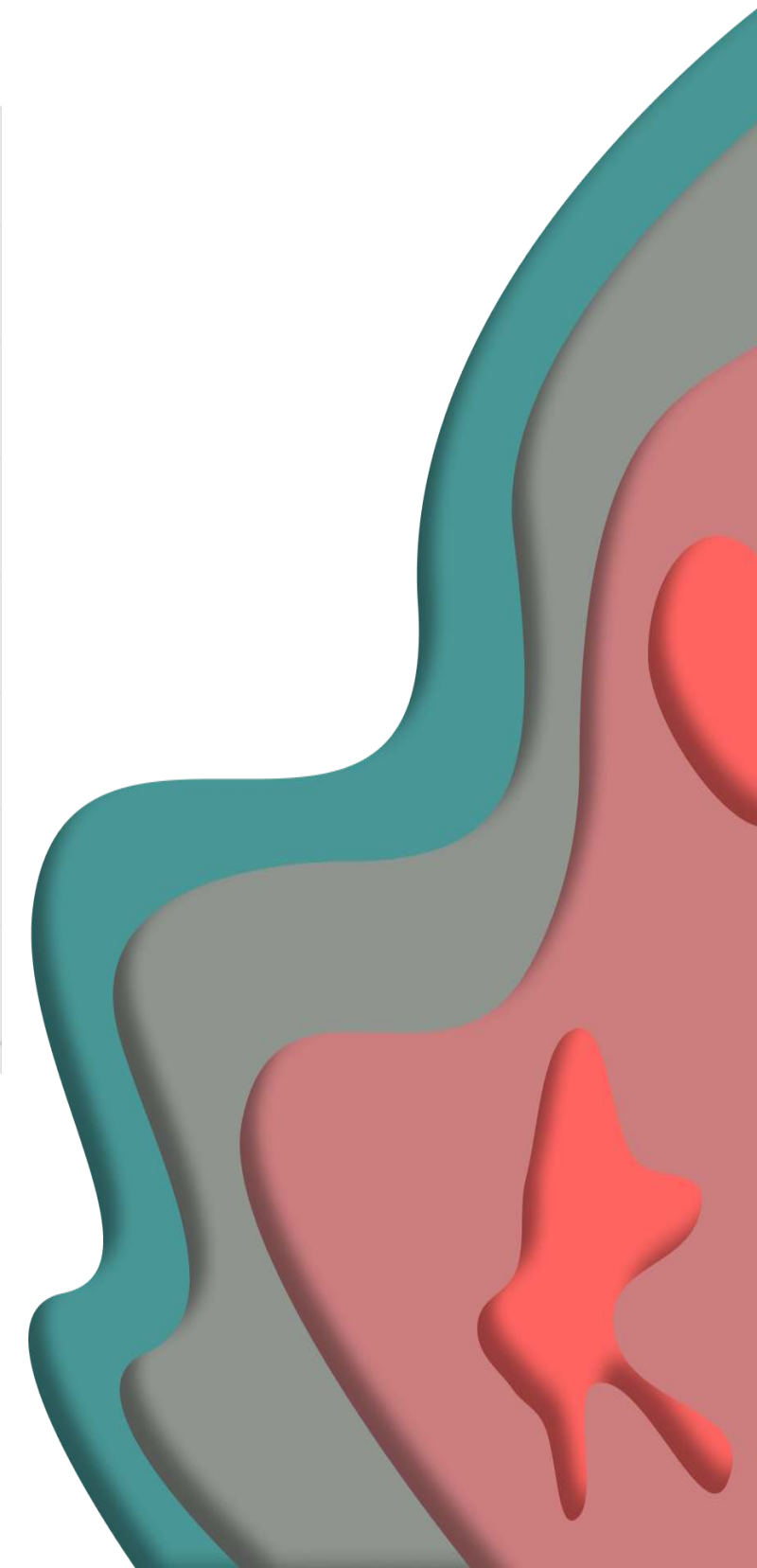
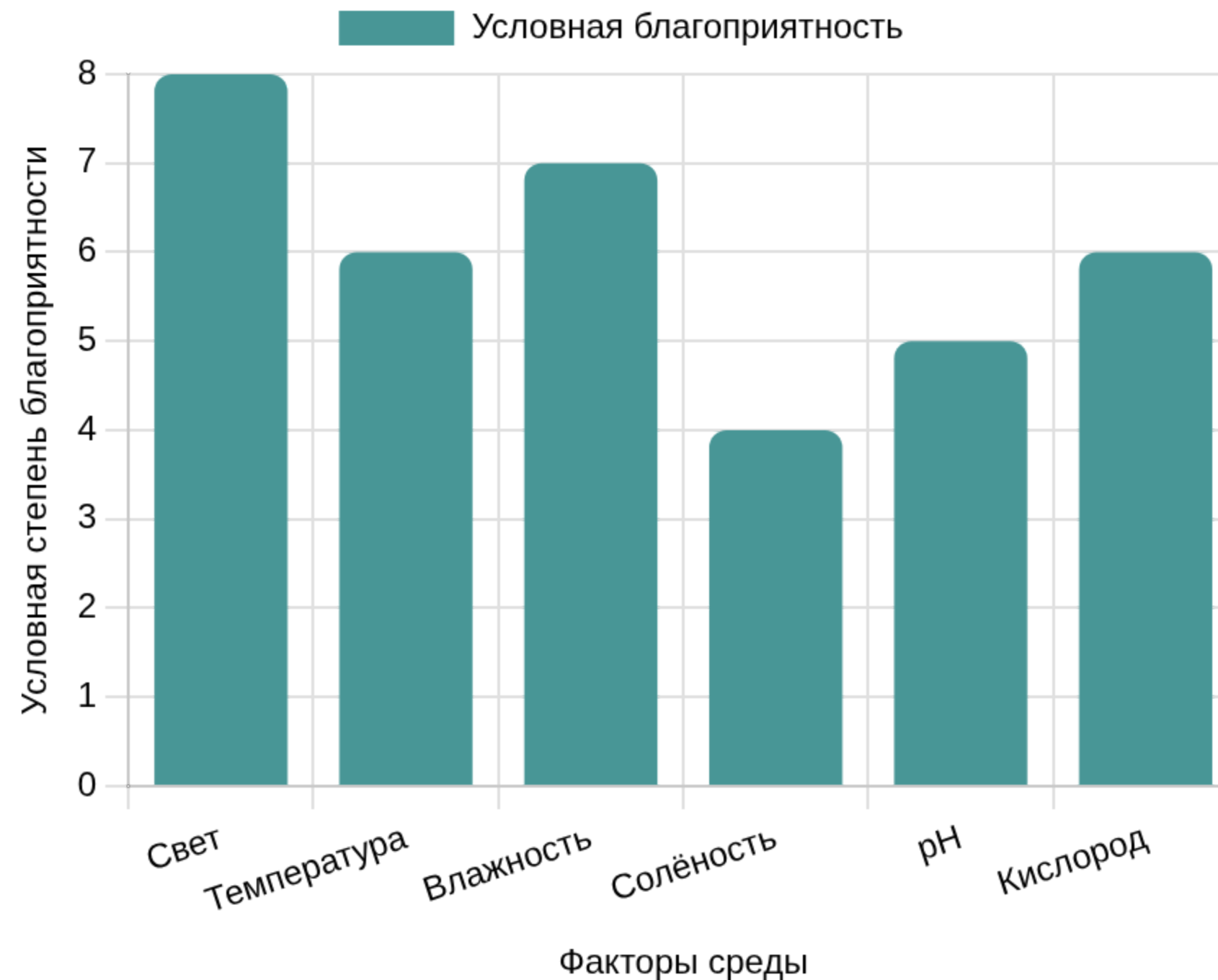
вид занимает свою экологическую  
нишу

# Абиотические факторы и толерантность

Разные факторы действуют одновременно, но именно самый неблагоприятный часто ограничивает распространение вида сильнее остальных.

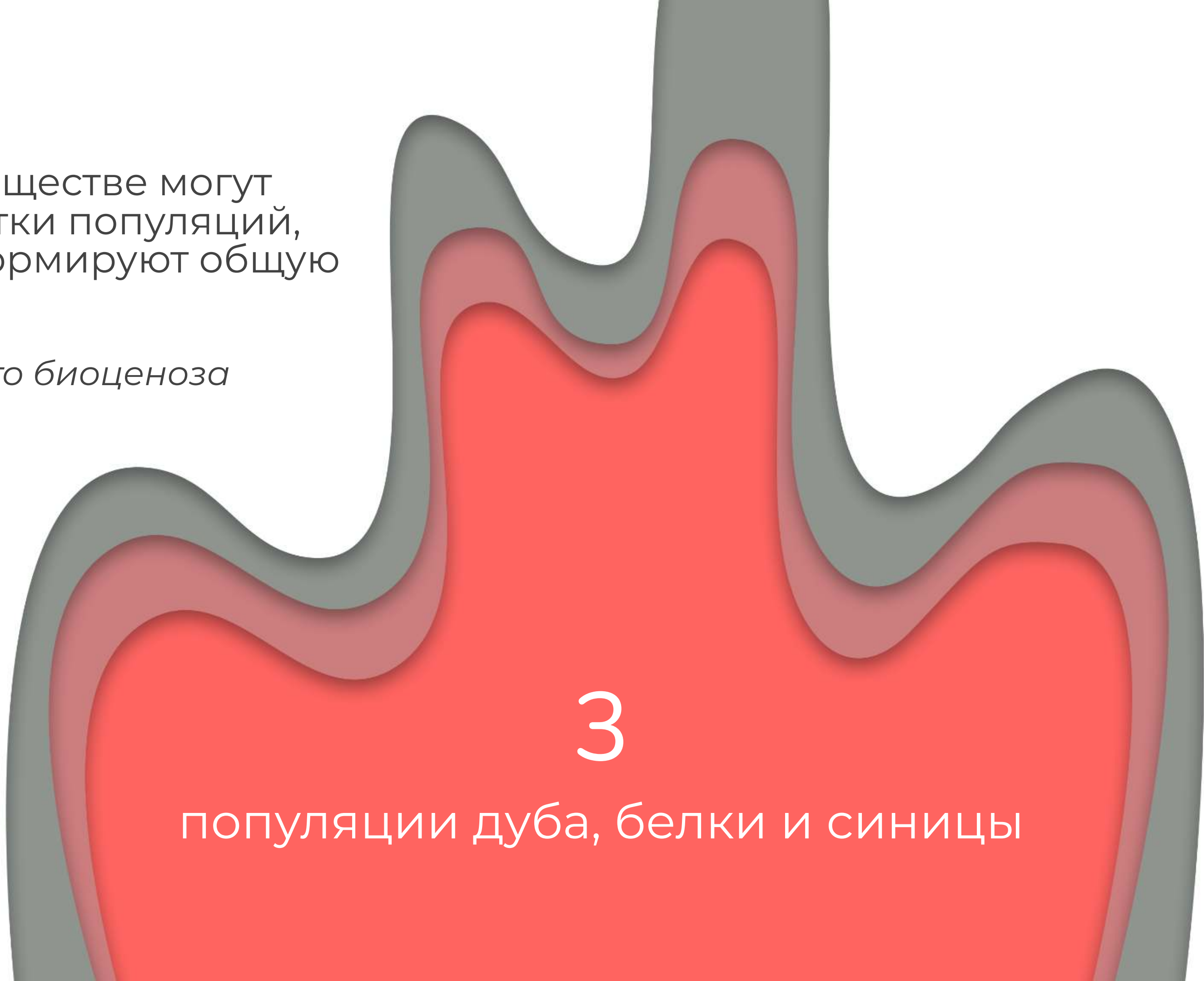
Наибольшее ограничение создают факторы, выходящие за пределы толерантности; именно они определяют, сможет ли вид жить и размножаться.

*Схематическая учебная диаграмма по экологическим факторам*



В одном лесном сообществе могут сосуществовать десятки популяций, и именно их связи формируют общую структуру биоценоза.

*Учебный пример лесного биоценоза*



3

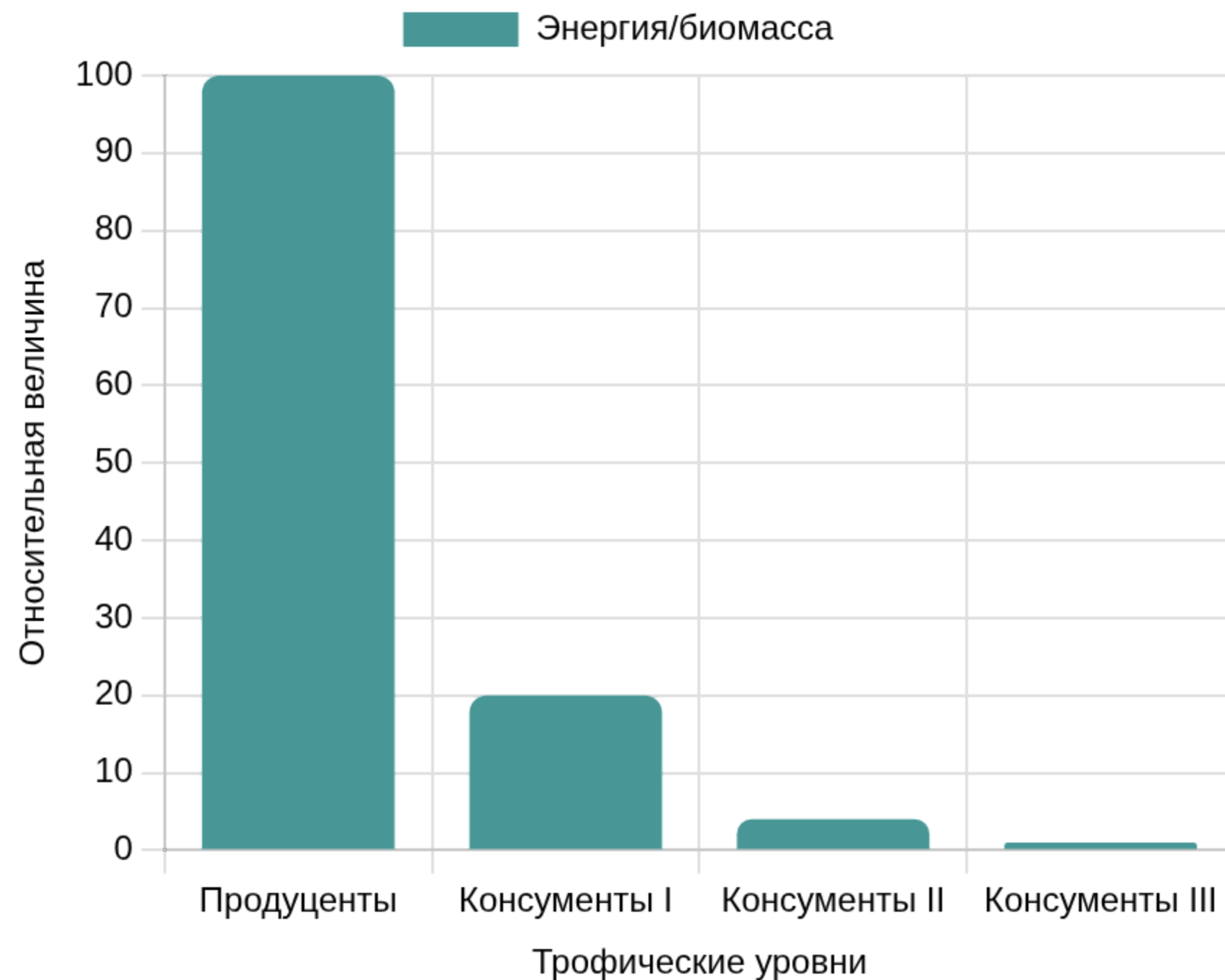
популяции дуба, белки и синицы

# Пирамиды численности, биомассы и энергии

В пирамиде энергии каждый следующий уровень получает лишь часть энергии предыдущего, поэтому верхние звенья всегда короче и уже.

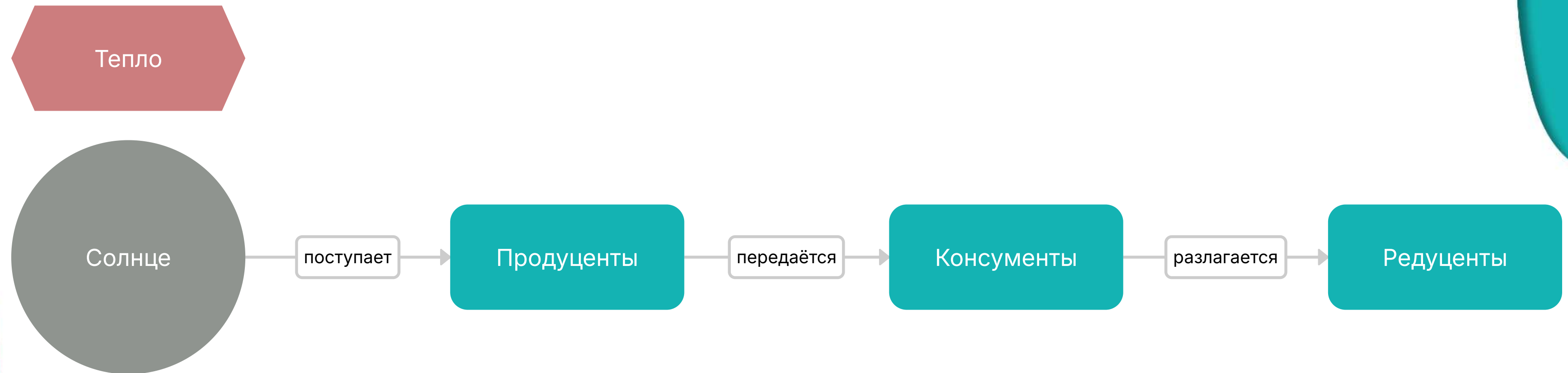
Убывание значений вверх по пирамиде показывает потери на каждом этапе передачи энергии и объясняет малочисленность крупных хищников.

*Схематическая учебная диаграмма по трофическим пирамидам*



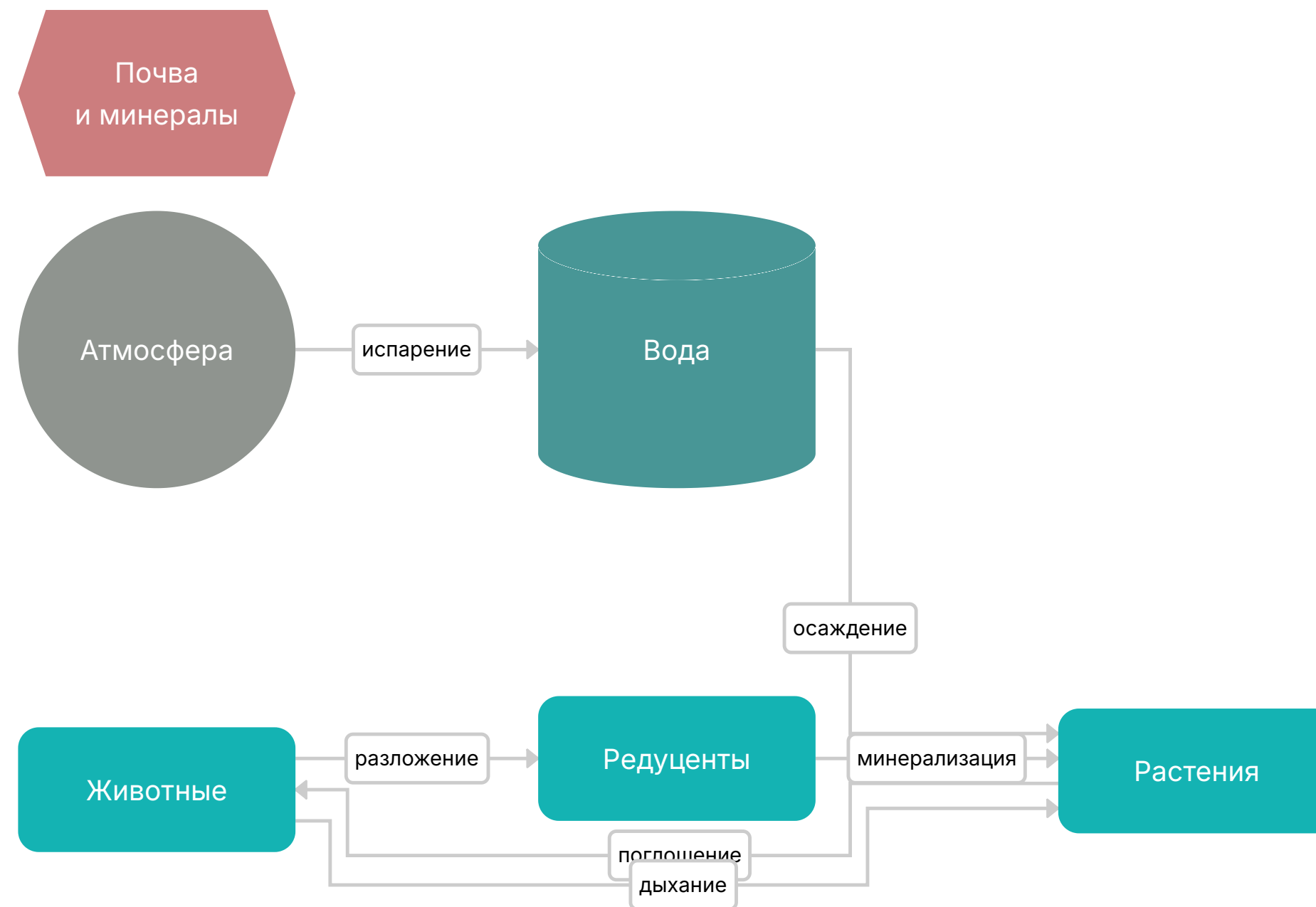
# От Солнца к теплу

Схема однонаправленного потока энергии в экосистеме



# Вещества возвращаются в систему

Схема основных биогеохимических круговоротов в экосистеме



# Сезонность и сукцессия

## 01 Сезонный ритм

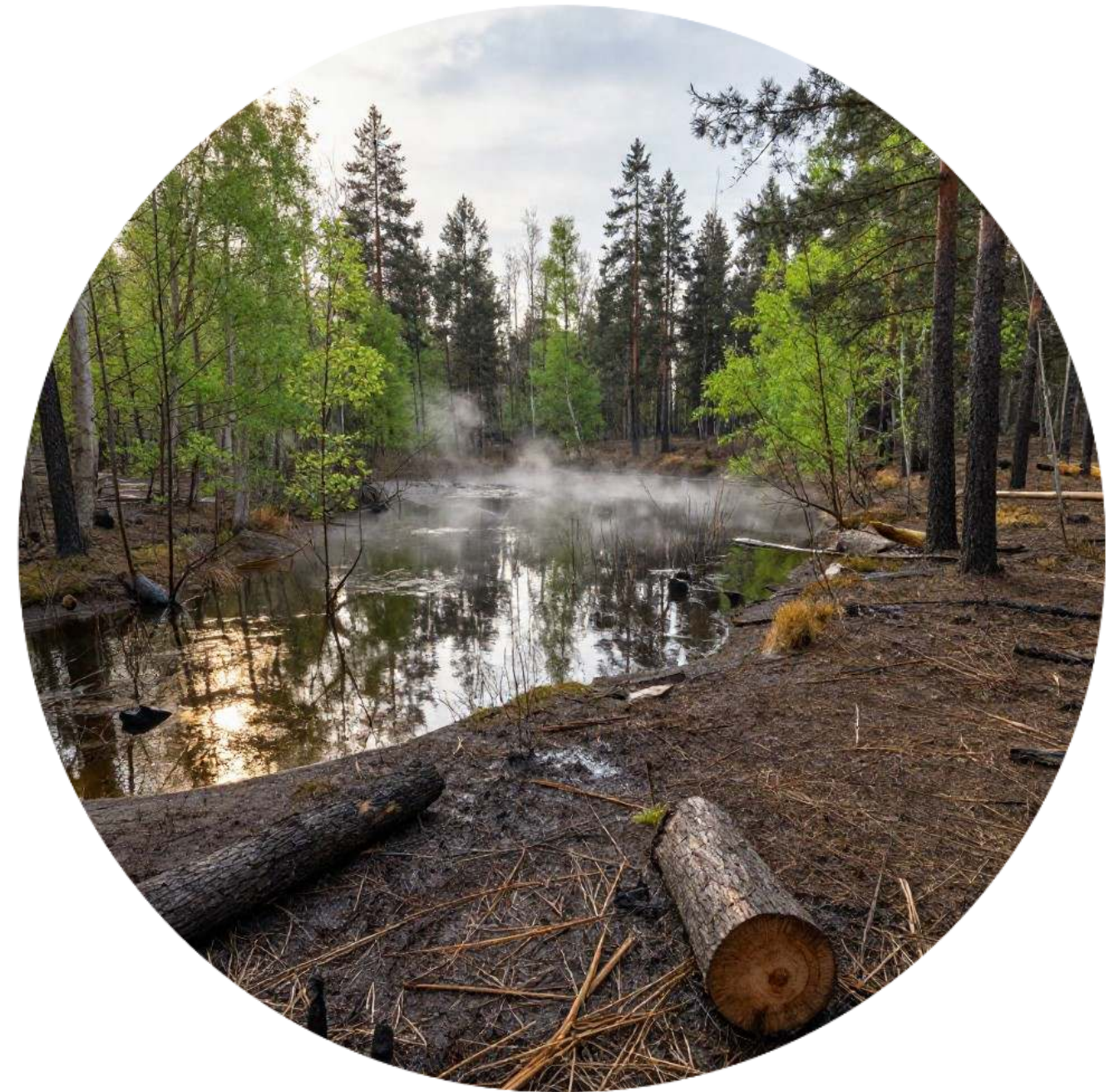
Смена сезонов меняет длину светового дня, температуру и влажность, а вместе с ними — сроки цветения, миграции и активности животных. Экосистема отвечает на эти ритмы заранее.

## 02 Первые поселенцы

Сукцессия начинается с видов-первопоселенцев, которые быстро осваивают свободное пространство и подготавливают условия для более требовательных организмов. Так сообщество постепенно усложняется.

## 03 Примеры смены

Заращение пруда и восстановление леса после пожара показывают, что экосистема не фиксирована. Она меняется, но сохраняет направление к более устойчивому состоянию.





# Устойчивость экосистемы

## 01

---

### Роль разнообразия

Экосистема лучше сопротивляется внешним воздействиям, когда в ней много видов и есть несколько альтернативных цепей питания. Тогда выпадение одного звена не разрушает весь обмен веществ.

## 02

---

### Значение среды

Почва и вода определяют восстановление сообщества не меньше, чем состав видов. Если нарушены увлажнение, плодородие или газовый режим, биота теряет способность быстро восстанавливаться.

## 03

---

### Основные угрозы

Засуха, пожар, болезнь или резкий всплеск численности могут вывести систему из равновесия. Особенно уязвимы упрощённые экосистемы с небольшим числом связей и малой площадью.

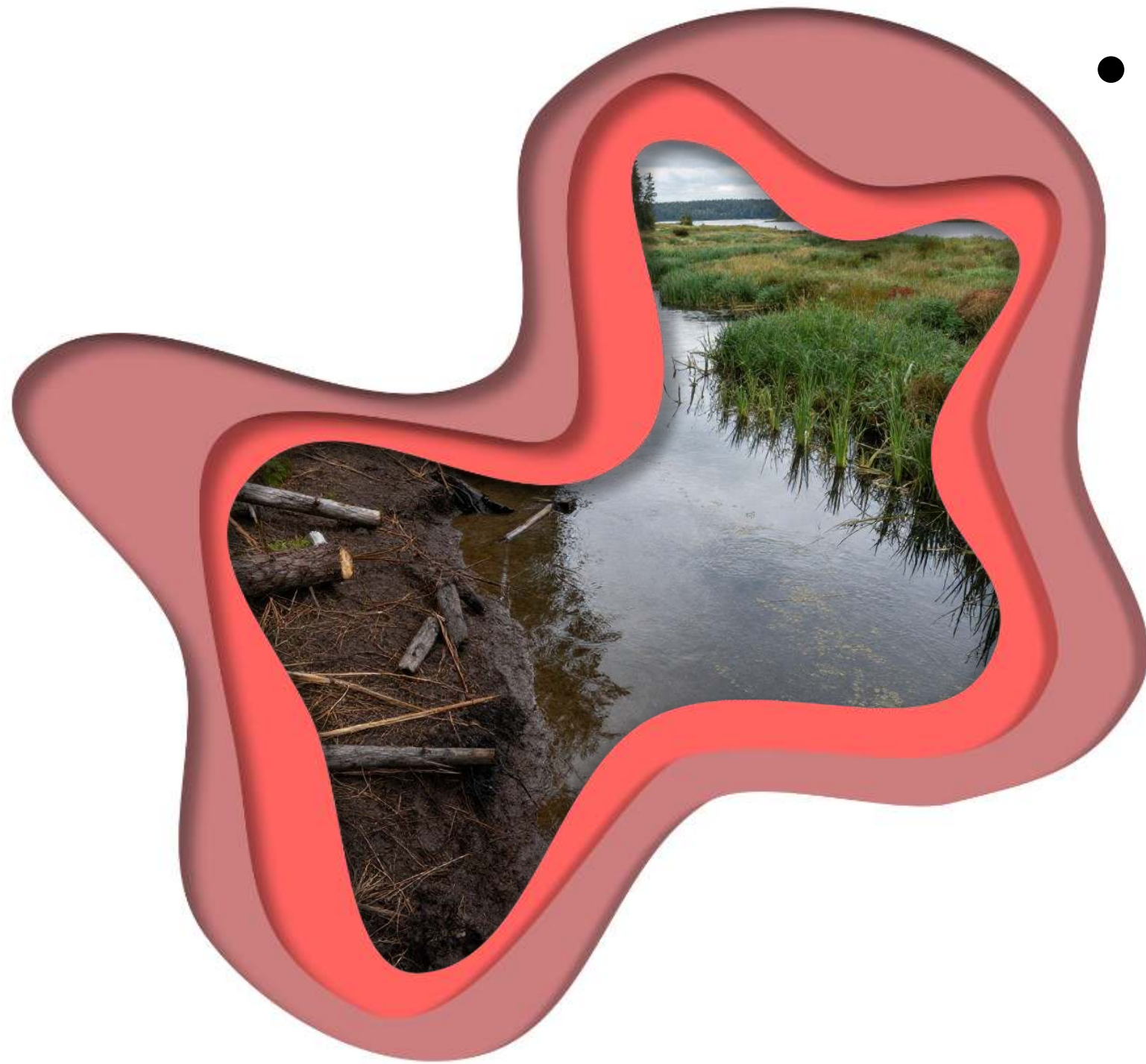
## 04

---

### Что значит устойчивость

Устойчивость — это не неизменность, а способность сохранять функции после возмущений. Чем быстрее восстанавливаются потоки энергии и круговорот веществ, тем надёжнее экосистема.

# Влияние человека на экосистемы



- **Вырубка лесов**

Вырубка лесов уменьшает площадь местообитаний, нарушает тень и влажность, усиливает смыв почвы. В итоге сокращаются виды, связанные с древесным ярусом и лесной подстилкой.

- **Загрязнение водоёмов**

Загрязнение воды снижает содержание кислорода, меняет состав планктона и может вызывать гибель чувствительных организмов. Водная цепь питания становится короче и беднее.

- **Биологические вторжения**

Инвазивные виды часто быстро размножаются и используют ресурсы эффективнее местных организмов. Они вытесняют аборигенные виды и перестраивают пищевые связи всей экосистемы.

# Экосистема работает как единое целое

Экосистема держится на связях: если сохранить разнообразие видов, качество среды и целостность местообитаний, система лучше саморегулируется и переживает изменения без разрушения.

