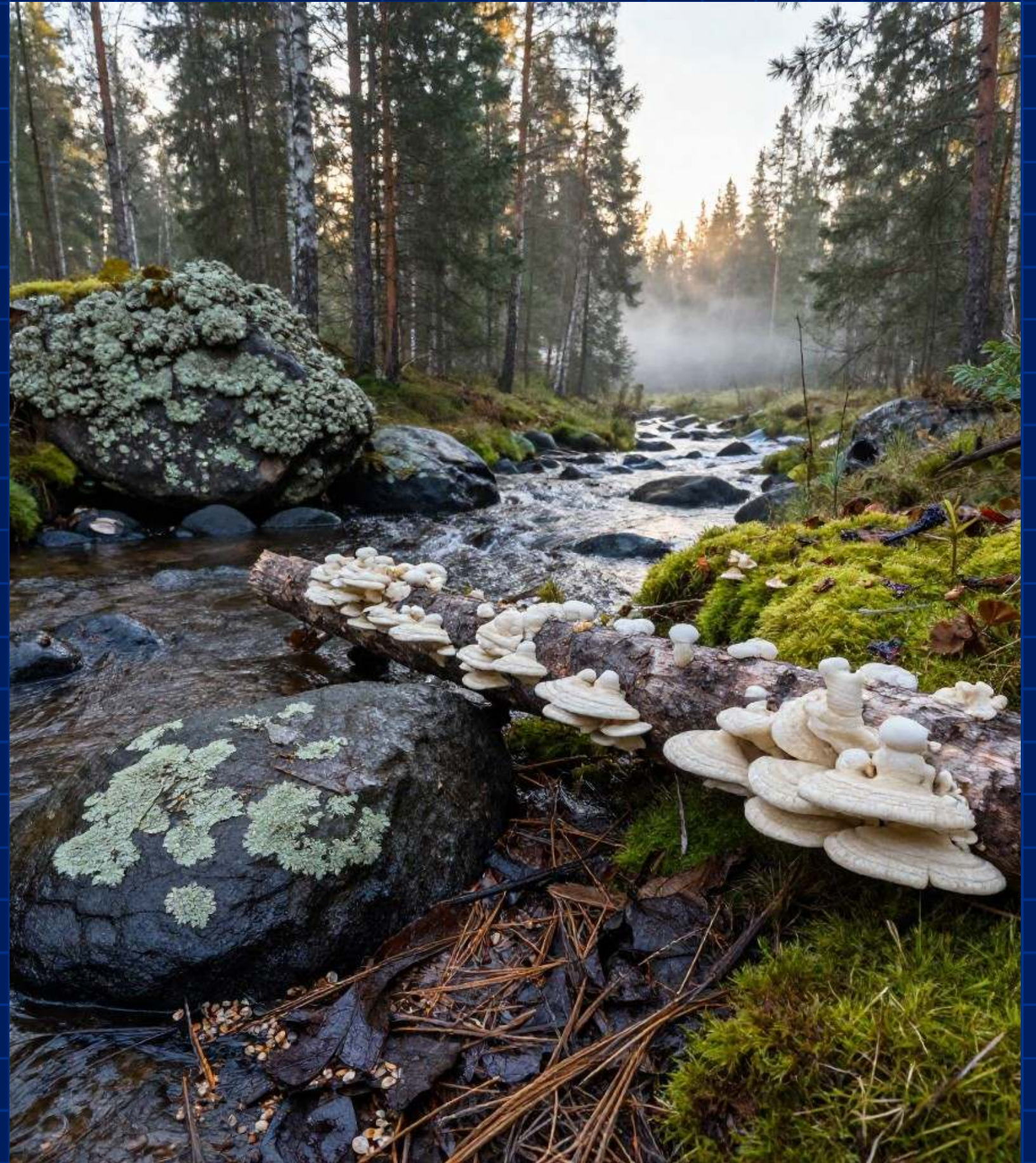


# Экосистемный уровень организации жизни

Жизнь в экосистеме — это связь организмов,  
среды и энергии.



1 ÷ 2

109

8

# Зачем изучать экосистемы

4 1 2 9

Экосистемы показывают, как связаны виды, среда обитания и хозяйственная деятельность человека. Это помогает понять устойчивость природы, распределение организмов и причины изменений в биосфере.

6 7



# Из чего состоит экосистема

1

log



## Продуценты

Зелёные растения, водоросли и некоторые бактерии создают органическое вещество из неорганических соединений и запускают питание всей системы.



## Консументы

Животные получают готовое органическое вещество, поедая растения или других животных; они передают энергию дальше по трофическим уровням.



## Редуценты

Бактерии и грибы разлагают мёртвые остатки до минеральных веществ, возвращая их в почву и воду для повторного использования.



## Абиотическая среда

Свет, температура, вода, влажность, почва, солёность, pH и состав воздуха определяют условия жизни и направляют развитие экосистемы.



## Обмен веществом и энергией

Все компоненты экосистемы связаны непрерывным обменом: вещества переходят между организмами и средой, а энергия движется через цепи питания.

2

x

# Лес как природная экосистема

## Ярусное строение

В лесу выделяются древесный, кустарниковый, травяной и моховой ярусы. Каждый из них создаёт свои условия освещённости, влажности и конкуренции за ресурсы.

## Многообразие организмов

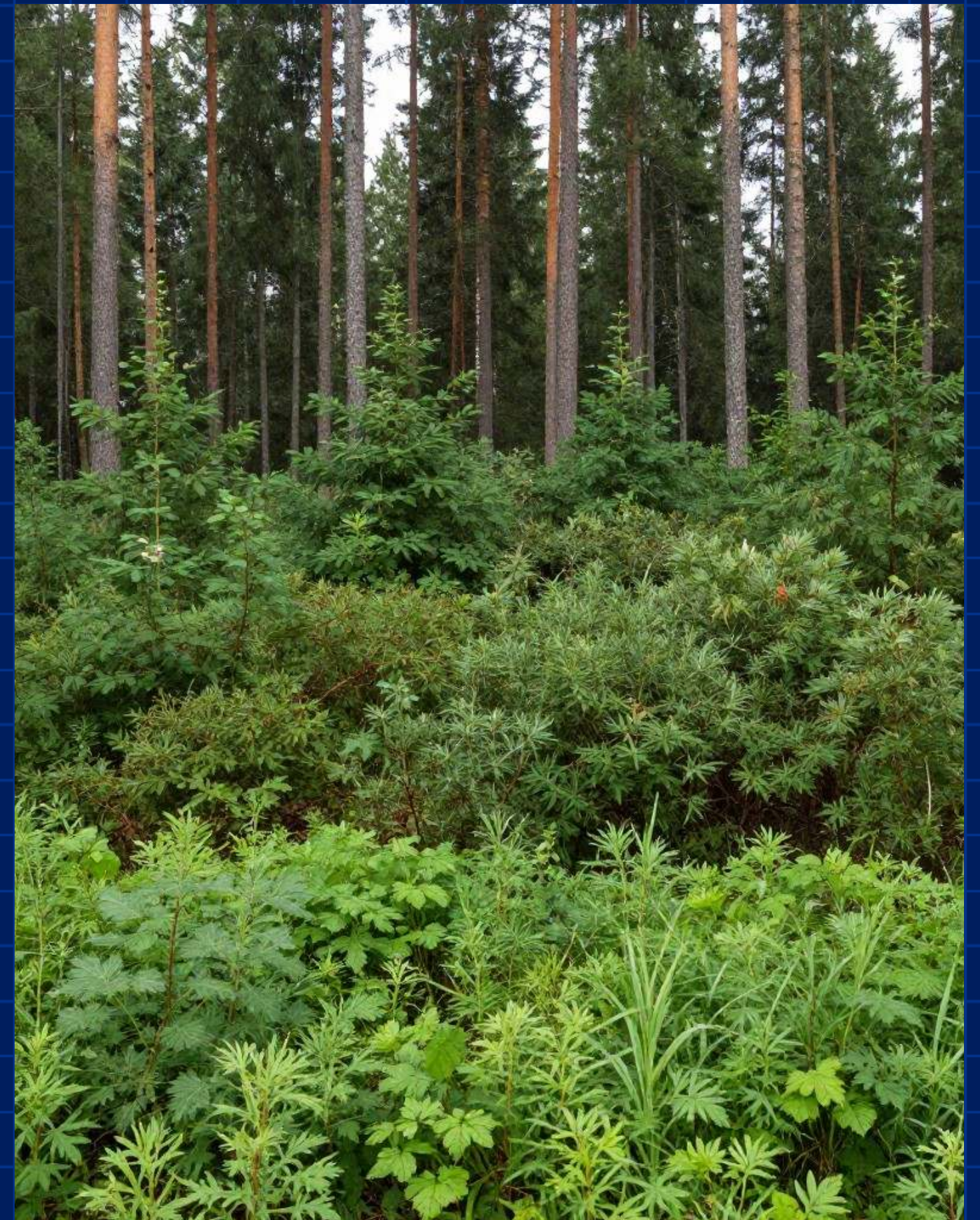
Лес объединяет деревья, кустарники, травы, грибы, насекомых, птиц и млекопитающих. Такое разнообразие усиливает устойчивость сообщества и усложняет пищевые связи.

## Сезонные изменения

Лес заметно меняется в течение года: меняется освещённость, активность животных, темпы роста растений и интенсивность разложения органических остатков.

## Экологические ниши

Разные виды занимают собственные ниши, избегая полного совпадения в питании, пространстве и времени активности. Это снижает прямую конкуренцию между организмами.



# Основные группы организмов в экосистеме

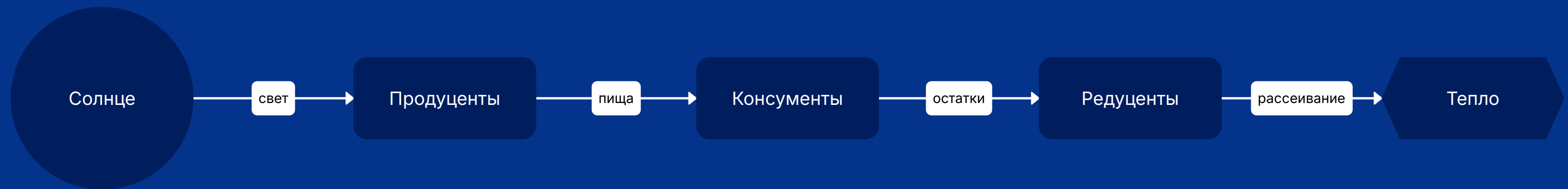
| Группа     | Роль              | Примеры             |
|------------|-------------------|---------------------|
| Продуценты | Создают органику  | Растения, водоросли |
| Консументы | Питаются готовым  | Животные            |
| Редуценты  | Разлагают остатки | Грибы, бактерии     |

Три группы организмов обеспечивают существование и обновление экосистемы.

Продуценты создают основу питания, консументы используют готовое вещество, а редуценты замыкают круговорот. Без редуцентов экосистема теряет способность к обновлению.

# Путь энергии через экосистему

Схема последовательного переноса энергии от Солнца к организмам и далее в тепло.



# Как убывает энергия по трофическим уровням



Экологическое правило «10%», школьная биология

Чем выше уровень питания, тем меньше доступной энергии для построения биомассы и поддержания жизни.

Падение энергии ограничивает длину пищевых цепей и объясняет уменьшение численности организмов к вершине пирамиды.

# Пищевые цепи и пищевые сети

*sin*

*cos*

*tg*

*ctg*

## Линейная передача

Пищевая цепь показывает последовательный переход вещества и энергии от одного организма к другому, например: трава — заяц — лиса.

## Реальные связи

Пищевая сеть объединяет несколько цепей в одно сообщество. Один вид может иметь разные источники пищи и одновременно несколько врагов.

## Устойчивость сообщества

Чем больше связей в пищевой сети, тем выше вероятность, что экосистема сохранит равновесие при выпадении отдельного вида или изменении условий среды.

# Круговорот веществ в экосистеме

1

## Поглощение веществ

Растения берут из среды воду, минеральные соли и углекислый газ. Эти вещества становятся частью их тканей и далее переходят по цепям питания.

2

## Передача по цепям

Животные получают необходимые вещества с пищей, а затем часть их включается в новые организмы или возвращается в среду через выделения и остатки.

3

## Разложение

Редуценты разрушают мёртвые организмы и органические остатки, превращая сложные соединения в более простые минеральные вещества.

4

## Возврат в среду

Минеральные вещества снова поступают в почву и воду, откуда их используют растения. Так круговорот поддерживает непрерывность жизни в экосистеме.

8

5

9

# Экологические факторы и приспособления организмов

## Свет и температура

Освещённость и температура определяют, когда организм растёт, размножается и сохраняет активность. У растений и животных вырабатываются сезонные и суточные ритмы.

## Вода и влажность

В засушливых условиях растения уменьшают испарение, а животные экономят влагу в обмене веществ. В водной среде, наоборот, важны дыхание и плавучесть.

## Почва и питание

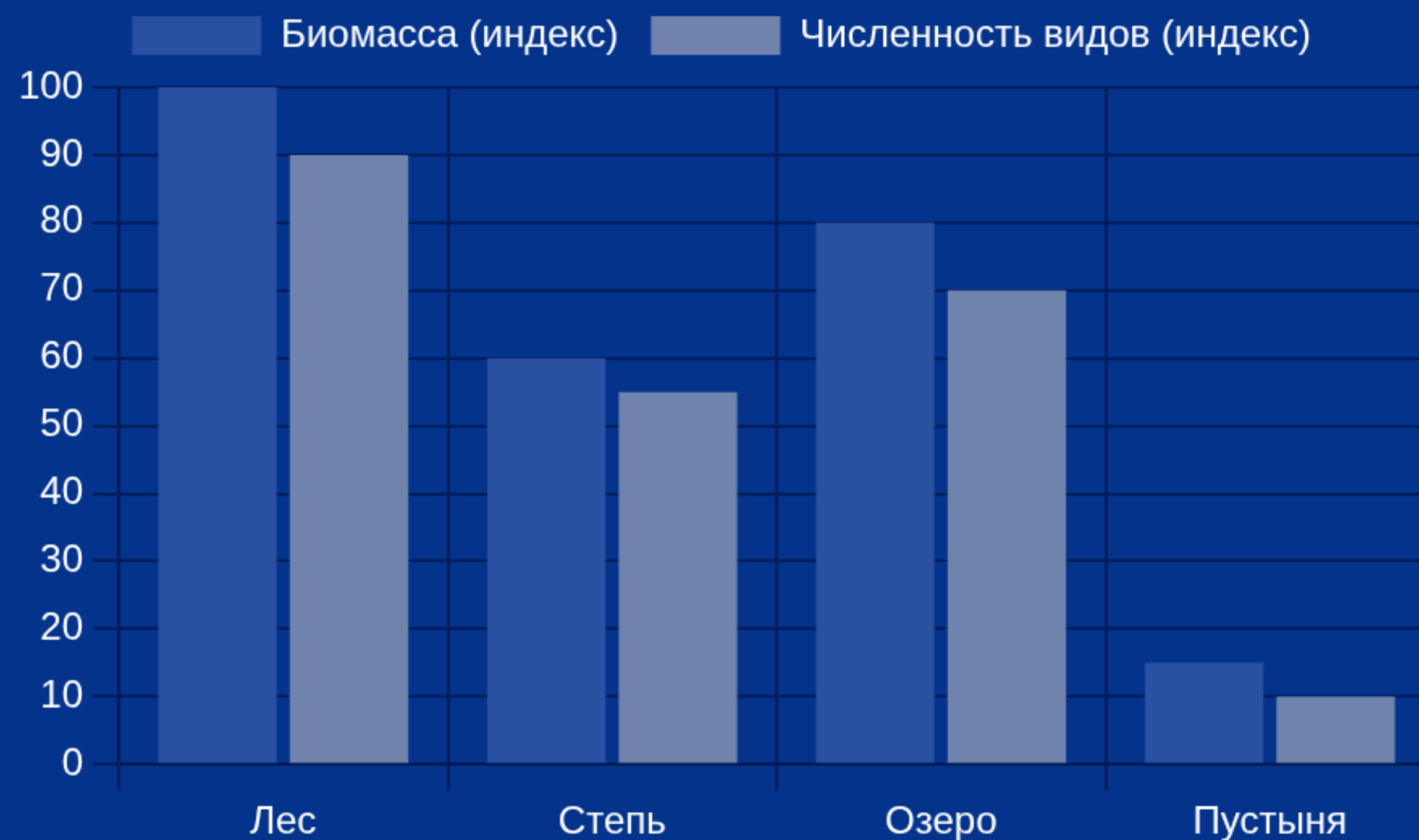
Свойства почвы влияют на корневые системы, минеральное питание и состав сообществ. Доступность корма определяет поведение, миграции и конкуренцию видов.

## Строение, физиология, поведение

Адаптации проявляются по-разному: у пустынных растений листья редуцированы, у рыб развиты жабры, у северных животных есть густой мех, жир и сезонная окраска.



# Сравнение биомассы и численности в разных экосистемах



Учебная схема; условные индексы для наглядного сравнения

На результаты сильно влияют увлажнение, свет и длительность благоприятного сезона. Водные и лесные сообщества обычно поддерживают большее число видов и более высокую продуктивность.

Чем благоприятнее климат и выше обеспеченность водой, тем больше биомасса и видовое богатство экосистемы.

# Устойчивость экосистемы



## Видовое разнообразие

Чем больше видов входит в сообщество, тем больше взаимозаменяемых связей между ними. Это снижает риск полного нарушения системы при исчезновении отдельных организмов или временном ухудшении условий.



## Сложные связи

Многочисленные пищевые и межвидовые отношения создают сеть, где изменения одного звена распределяются по всей системе. Такая структура помогает экосистеме удерживать относительное равновесие.



## Самовосстановление

После пожара, засухи или другого нарушения экосистема может постепенно возвращаться к прежнему состоянию. Скорость восстановления зависит от запасов семян, почвенных организмов и сохранности местообитаний.

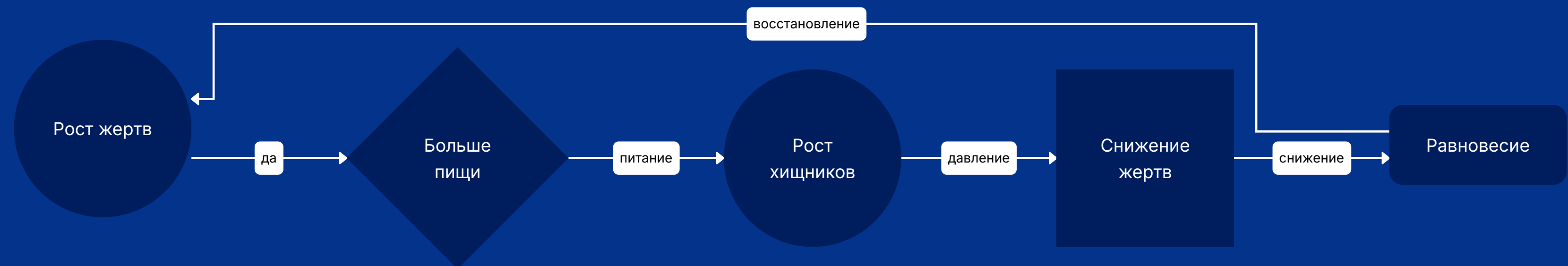


## Относительная стабильность

Устойчивость не означает неподвижности. Природное сообщество постоянно меняется, но сохраняет границы, внутри которых поддерживаются круговорот веществ, поток энергии и жизнеспособность популяций.

# Как работает саморегуляция экосистемы

Схема отражает отрицательные обратные связи в природном сообществе.



# Природные и искусственные экосистемы

| Тип      | Происхождение | Разнообразие | Уход       |
|----------|---------------|--------------|------------|
| Лес      | природный     | высокое      | не нужен   |
| Луг      | природный     | среднее      | минимален  |
| Поле     | искусственный | низкое       | постоянный |
| Аквариум | искусственный | низкое       | постоянный |

Школьная экология

Таблица показывает различия между естественными и созданными человеком сообществами по происхождению, разнообразию и устойчивости.

Природные экосистемы обычно устойчивее, потому что их структура сложнее и саморегуляция развита сильнее, чем у искусственных.

# Агроэкосистемы и влияние человека

## Цель создания

Агроэкосистемы формируются для получения урожая и обеспечения человека пищей, кормами или сырьём. Их состав и структура подчинены хозяйственной задаче, а не естественному отбору в природном сообществе.

## Упрощённая структура

В таких системах обычно мало видов, а преобладают культурные растения и связанные с ними организмы. Из-за этого пищевые связи короче, а саморегуляция слабее, чем в природных экосистемах.

## Поддержка человеком

Чтобы сохранить продуктивность, человек использует удобрения, орошение, обработку почвы и защиту от вредителей. Без этих мер урожайность часто снижается, поскольку агроэкосистема неустойчива к внешним изменениям.

## Риски истощения

Перевыпас, монокультура, химизация и ухудшение почв постепенно снижают плодородие и повышают уязвимость системы. В результате возрастает риск потери урожая и необходимости ещё более интенсивного вмешательства.



# Антропогенные нарушения экосистем

## Загрязнение среды

Выбросы в воздух и сток в водоёмы изменяют химический состав среды, отравляют организмы и нарушают жизненные циклы. Особенно опасны устойчивые загрязнители, накапливающиеся в цепях питания.

## Утрата местообитаний

Вырубка лесов, осушение болот и расширение городов уменьшают площадь природных территорий. Виды теряют кормовую базу, укрытия и пути расселения, что ведёт к сокращению популяций.

## Чрезмерное изъятие

Перелов, охота и браконьерство сокращают численность животных быстрее, чем популяции успевают восстановиться. Это нарушает трофические связи и может привести к исчезновению локальных популяций.

## Нарушение круговоротов

Осушение, эрозия и химическое воздействие изменяют обмен веществ между почвой, водой и живыми организмами. В таких условиях экосистема теряет способность быстро восстанавливаться после вмешательства.

## Фрагментация территорий

Дороги, застройка и хозяйственное освоение делят природные комплексы на изолированные участки. Маленькие разобщённые популяции становятся более уязвимыми к случайным колебаниям численности и вымиранию.

# Как сохраняют экосистемы и редкие виды



## Заповедная тишина

На территории заповедника природа развивается почти без вмешательства человека. Здесь сохраняют целые сообщества, наблюдают за редкими видами и ограничивают любые действия, способные нарушить естественный ход процессов.



## Красная книга в действии

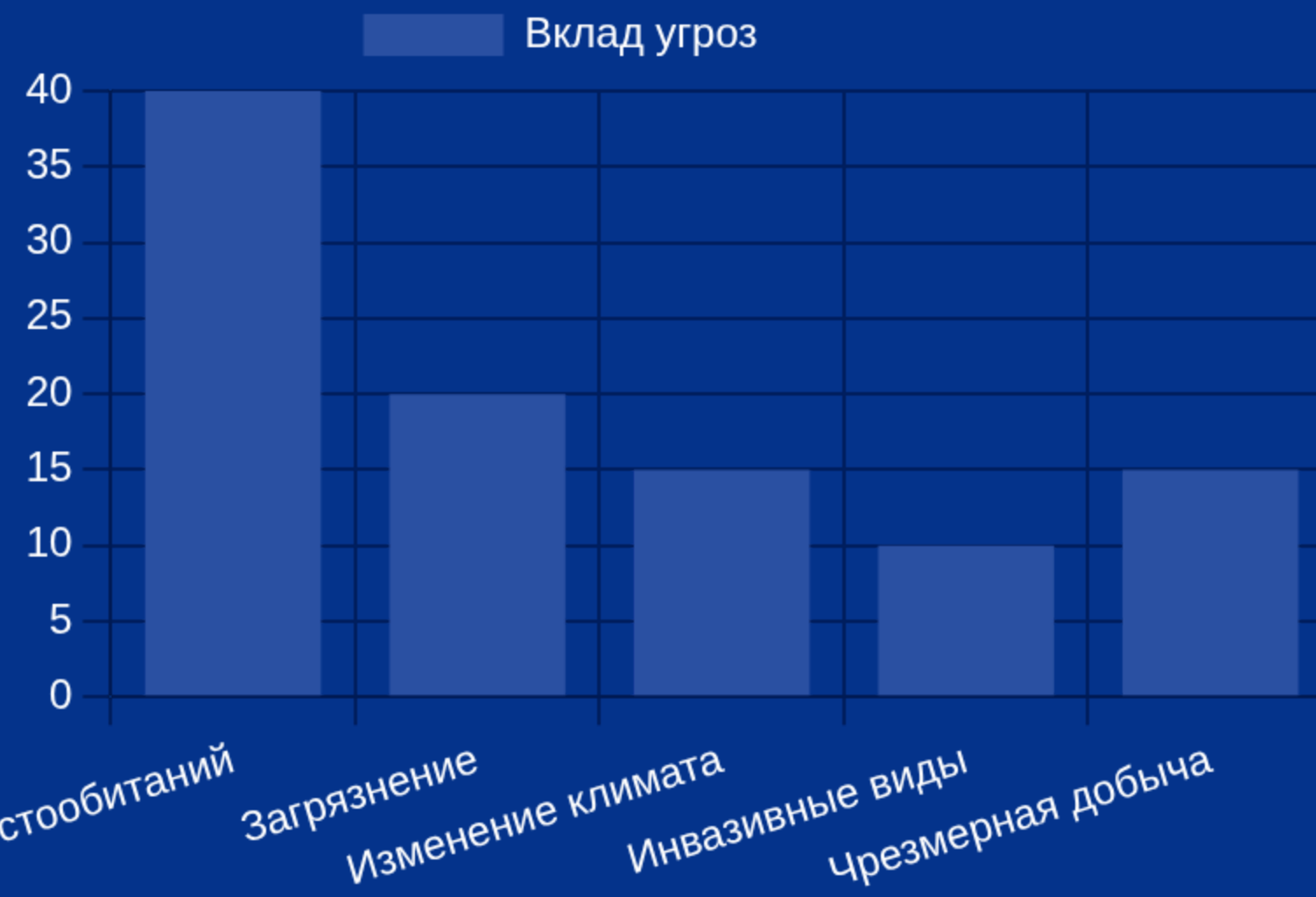
Запись вида в Красную книгу означает, что его численность снизилась и ему нужна особая защита. Для таких организмов важно сохранять места обитания, снижать беспокойство и контролировать хозяйственную нагрузку.



## Восстановление живых территорий

Охрана не сводится только к запретам. Очистка водоёмов, посадка лесов, восстановление болот и создание охраняемых зон помогают вернуть устойчивость ландшафтам и дать шанс редким видам на восстановление.

# Основные причины снижения биоразнообразия



Учебная схема; условные доли факторов для наглядного сравнения

Даже один сильный фактор может запустить цепочку изменений: сократить кормовую базу, нарушить размножение и упростить структуру сообщества.

Наибольшую угрозу представляет разрушение среды обитания; остальные факторы часто усиливают его последствия и ускоряют потери видов.

# Человек как часть экосистемы

1

## Зависимость от природы

Человек получает от экосистем воду, пищу, кислород, плодородие почв и климатическую стабильность. Эти услуги часто воспринимаются как нечто само собой разумеющееся, хотя без них невозможна современная жизнь.

2

## Повседневное воздействие

Транспорт, производство, потребление энергии и образование отходов ежедневно меняют состояние природной среды. Даже бытовые решения складываются в заметную нагрузку на экосистемы, особенно в городах и пригородах.

3

## Бережное поведение

Снижение потребления ресурсов, экономия воды, отдельный сбор отходов и сокращение выбросов помогают уменьшить давление на природу. Такие действия работают лучше всего, когда становятся устойчивой привычкой.

4

## Восстановление среды

Охрана лесов, посадка деревьев, очистка территорий и участие в экологических проектах позволяют не только снизить ущерб, но и вернуть нарушенным местам часть утраченных функций.

8

5

9

# Экосистемы связывают жизнь и устойчивость

Экосистемный уровень показывает, как живые организмы, среда и потоки веществ образуют целостную систему. Сохранение биоразнообразия и разумное природопользование — необходимое условие устойчивого будущего человека и биосферы.



cos

sin

1

tg

ctg