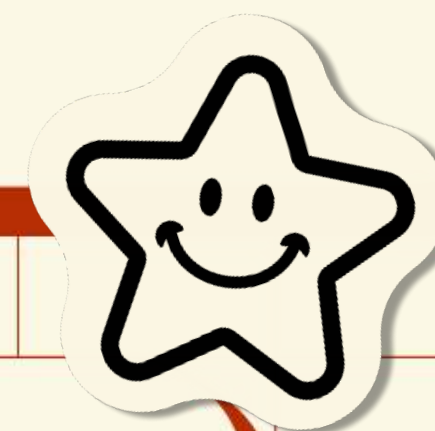




# Экосистема: устройство и динамика — основные направления

Обзор ключевых понятий и актуальных вопросов экосистем для старшеклассников



# Происхождение термина «экосистема» и его СМЫСЛ

Понятие «экосистема» введено Артуром Тэнсли в 1935 году для описания взаимодействия живых организмов с окружающей средой. Компоненты: организмы, почва, вода, свет и температура. Экосистемы обеспечивают обмен веществ и энергии, поддерживая биосферу.



# Что такое экосистема и её характерные особенности

Экосистема — это сообщество живых организмов всех уровней и их среды обитания, объединённых обменом веществ и энергии.

Главные признаки: способность к саморегуляции, самообеспечению и относительной устойчивости в ответ на изменения среды.

Примеры экосистем: лесная делянка, озеро, коралловый риф и степь — разнообразные среды с уникальными сообществами.

1

2

3

# Биотические и абиотические компоненты экосистемы

Таблица иллюстрирует примеры ключевых компонентов на примере лесной экосистемы и их роль.

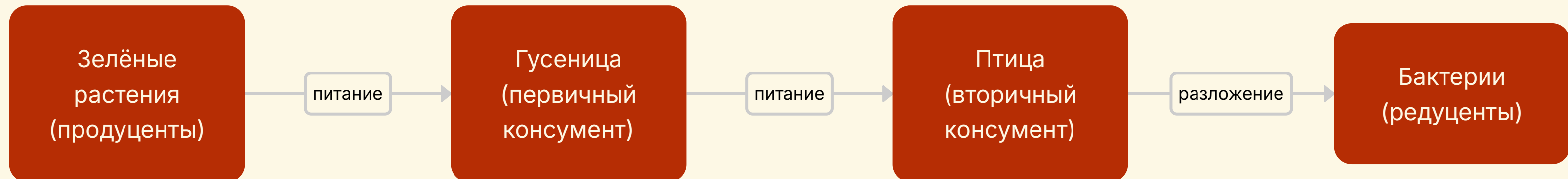
Каждый компонент критичен: биотические организмы связаны обменом веществ, абиотические факторы создают условия для жизни.

Учебник по экологии, 2020

|              |                                                      |  |                                                                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------|------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|              |                                                      |  |                                                                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|              |                                                      |  |                                                                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|              |                                                      |  |                                                                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Компоненты   | Примеры                                              |  | Роль в лесу                                                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Биотические  | Растения, животные, микроорганизмы                   |  | Деревья — продуценты, животные — консументы, микроорганизмы — редуценты |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Абиотические | Вода, минералы, температура, освещённость, влажность |  | Почва и климат влияют на условия обитания и продуктивность              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

# Пищевая цепь — передача энергии и веществ

Схема передачи энергии от продуцентов к редуцентам в лесной экосистеме



# Пищевые сети: сложность и устойчивость экосистем



## Многообразие пищевых связей в природе

В природе взаимодействия организмов создают разветвлённые пищевые сети, где один вид может быть пищей для нескольких хищников. Это увеличивает гибкость экосистемы и снижает риск дисбалансов.



## Роль пищевых сетей в поддержании устойчивости

Пищевые сети предотвращают резкое колебание численности видов, обеспечивая распределение нагрузки между несколькими консументами и способствуя стабильности.



## Пример пищевой сети водоёма

Водоросли питают дафний и малька, которые, в свою очередь, служат пищей окуню и щуке. После смерти микроорганизмы разлагают органику, возвращая вещества в цикл.

# Трофические уровни и энергетическая пирамида



Только около 10% энергии передаётся на следующий уровень, остальное теряется в виде тепла и жизнедеятельности.

Энергетическая пирамида объясняет ограниченность числа трофических уровней в экосистемах из-за значительных энергетических потерь.

Экологические исследования, 2019



# Сравнение естественных и искусственных экосистем

Сравнительная таблица отражает различия в биоразнообразии, устойчивости и влиянии человека на разные типы экосистем.

Искусственные экосистемы более уязвимы из-за меньшего разнообразия и сильного человеческого воздействия.

Мониторинг экосистем, 2021

| Критерий             | Естественные           | Искусственные         |
|----------------------|------------------------|-----------------------|
| Биоразнообразие      | Высокое                | Низкое                |
| Структура сети       | Сложная, разветвлённая | Простая, ограниченная |
| Устойчивость         | Высокая                | Низкая                |
| Человеческое влияние | Минимальное            | Интенсивное           |
|                      |                        |                       |

# Динамика экосистем: причины сукцессий



## Климатические изменения

Изменение влажности и температуры приводит к смене растительных и животных сообществ на определённой территории.

## Человеческое воздействие

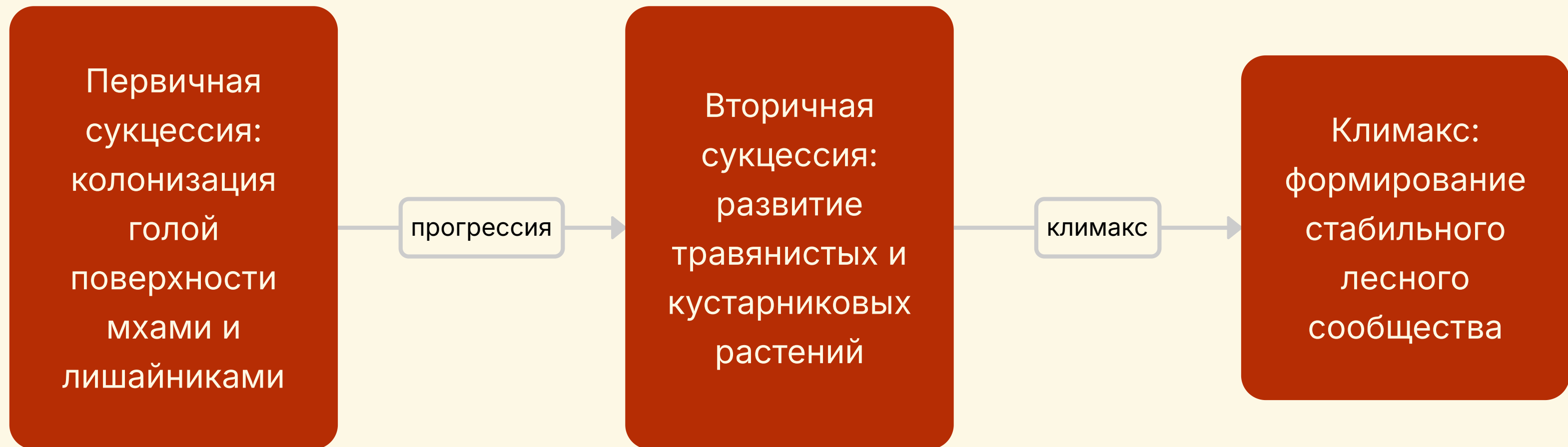
Вырубки, пожары и другие вмешательства ускоряют или изменяют естественные процессы сукцессии.

## Внутренние биологические процессы

Накопление органических веществ и постепенная смена видов поддерживают обновление экосистемы.

# Основные этапы сукцессии экосистем

*Пример последовательного развития растительности на поле после нарушения*



# Реальные примеры смен экосистем



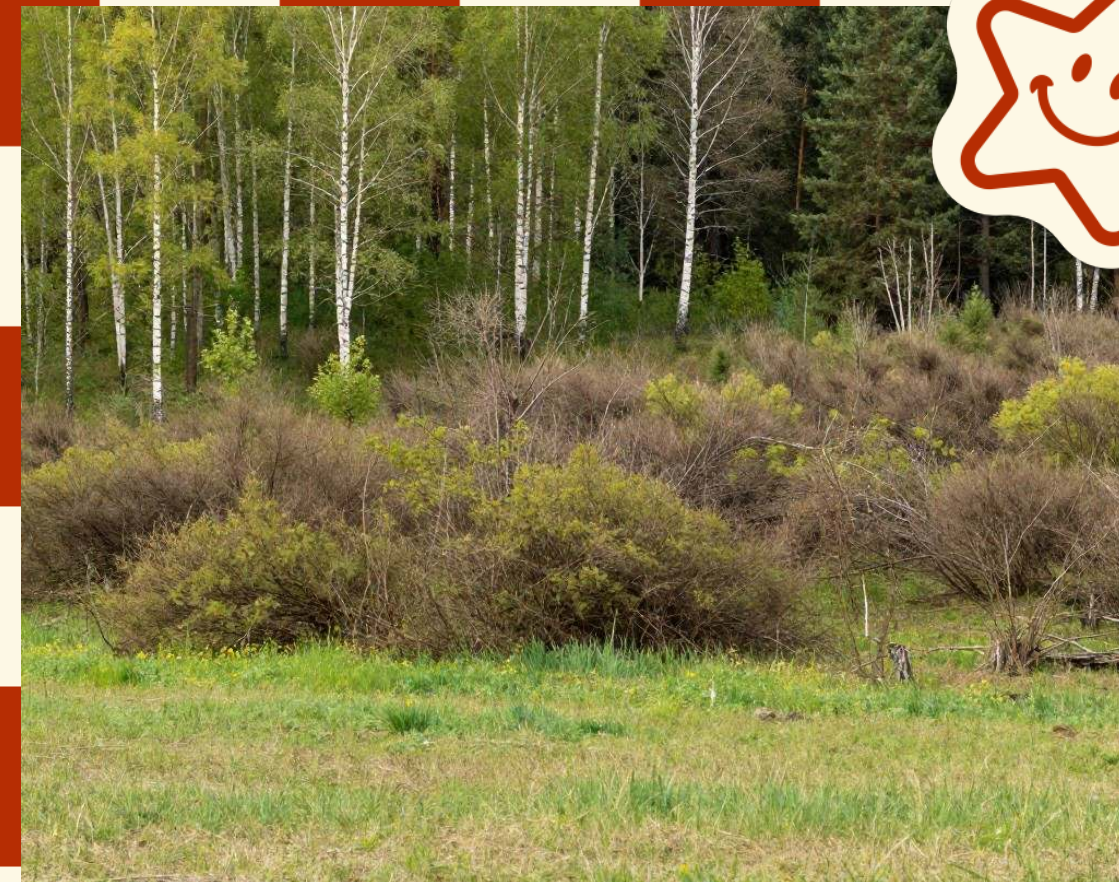
## Восстановление леса после пожара

После лесного пожара начинается постепенное восстановление экосистемы: первые растения-пионеры укрепляют почву, затем возвращаются насекомые и мелкие животные. Полное формирование нового лесного сообщества может занять десятки лет.



## Образование новых сообществ после таяния ледников

С уходом ледника в Арктике возникает новая поверхность для колонизации организмами. Первоначально появляются лишайники и мхи, затем разрастаются травянистые растения, что способствует развитию более сложных биогеоценозов.



## Смена растительности на полях после земледелия

После прекращения сельскохозяйственного использования поля постепенно зарастают сначала травами и кустарниками, затем формируется молодняк леса, что иллюстрирует процессы вторичной сукцессии с важной ролью климатических и почвенных условий.

# Энергетические и биомассовые балансы экосистемы



Крупная часть биомассы преобразуется и быстро возвращается в почву через разложение, поддерживая круговорот веществ.

Эффективность передачи энергии ограничена; большая часть биомассы расходуется в процессах дыхания и разложения.

Результаты исследований ФГОС биологии, 2020



# Основные биогеохимические циклы в природе



## Круговорот воды в экосистемах

Вода испаряется с поверхности, конденсируется в облака и возвращается дождём, обеспечивая жизнедеятельность всех организмов. Этот цикл поддерживает влажность и климат регионов.



## Углеродный цикл и климат

Растения поглощают  $\text{CO}_2$  для фотосинтеза, а выделение углекислого газа происходит при дыхании и разложении. Нарушение баланса влияет на изменения климата и парниковый эффект.



## Азотный цикл и плодородие почв

Азот из атмосферы преобразуют бактерии в доступные растениям формы, обеспечивая необходимый элемент для роста. Возврат азота в атмосферу происходит при разложении и денитрификации.

# Устойчивость и восстановление экосистем

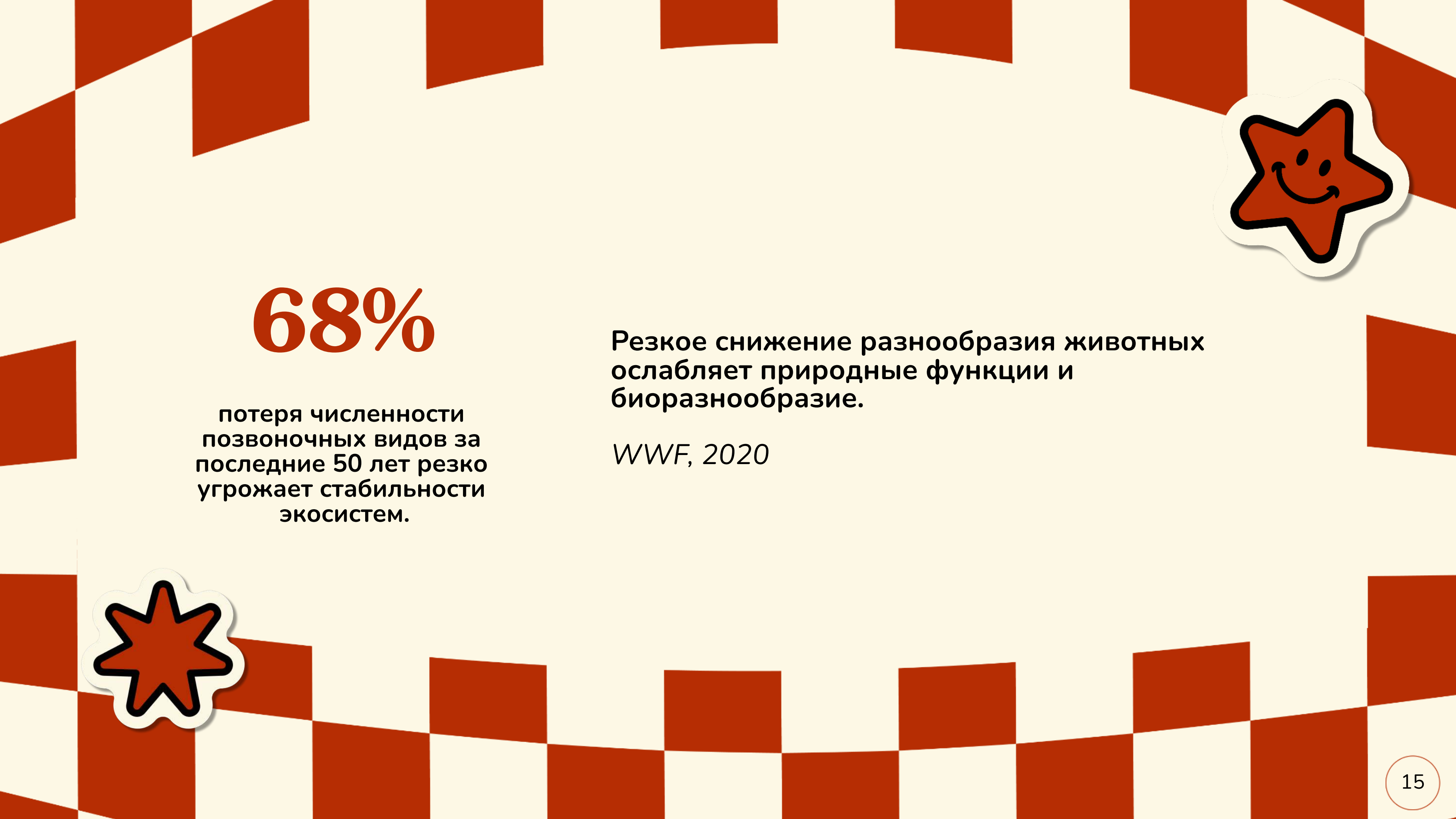


Устойчивость экосистемы определяется её способностью сохранять структуру и функции при влиянии внешних или внутренних изменений.

После пожаров или других нарушений природное сообщество постепенно восстанавливается: травяной покров и животные постепенно возвращаются.

Высокое биоразнообразие усиливает способность экосистемы сохранять равновесие и адаптироваться к переменам в окружающей среде.





68%

потеря численности  
позвоночных видов за  
последние 50 лет резко  
угрожает стабильности  
экосистем.

Резкое снижение разнообразия животных  
ослабляет природные функции и  
биоразнообразие.

*WWF, 2020*

# Меры по сохранению и восстановлению экосистем

Создание и охрана заповедников и национальных парков ограничивают антропогенное воздействие и сохраняют естественные биотопы.



Программы восстановления лесов способствуют возобновлению биологических сообществ и улучшению экологического баланса.

Экологическое образование формирует ответственное отношение молодёжи к природе и развивает экологическое мышление.

Международные конвенции, такие как Рамсарская и Бернская, объединяют усилия для защиты глобального биоразнообразия.



# Экосистемные услуги и их значение для человека



## Обеспечение чистой воды и плодородия почв

Экосистемы фильтруют и очищают воду, поддерживают структуру почвы, что жизненно важно для сельского хозяйства и здоровья населения.



## Опыление и продовольственная безопасность

Насекомые и птицы опыляют культуры, обеспечивая урожайность. Без этих услуг риск нехватки продуктов и экономических потерь возрастает.



## Регулирование климата через поглощение углекислого газа

Леса и болота играют ключевую роль в снижении концентрации парниковых газов, способствуя смягчению глобального потепления.

# Влияние деятельности человека на экосистемы



Урбанизация сокращает площадь природных местообитаний, фрагментируя экосистемы и затрудняя миграцию видов.

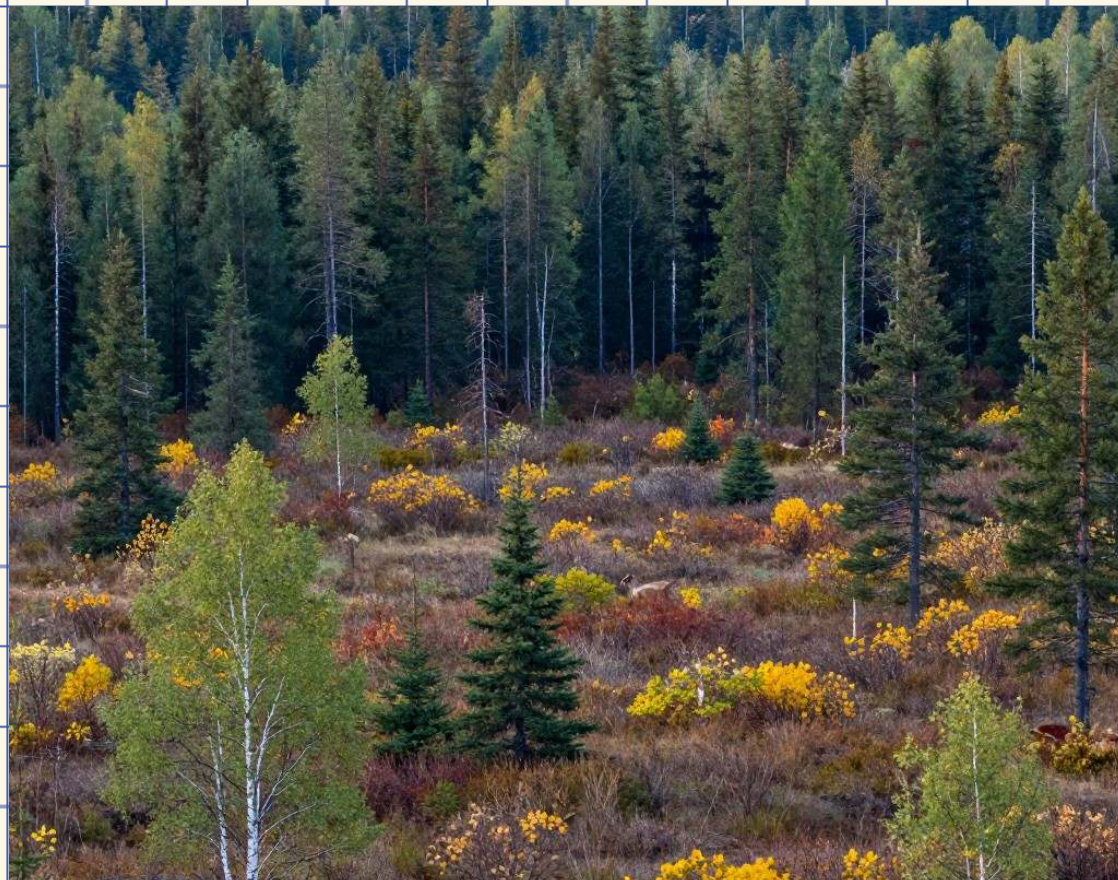
Интенсивное сельское хозяйство приводит к деградации почв и снижению биоразнообразия из-за применения агрохимикатов.



Промышленное развитие сопровождается выбросами токсичных веществ, что ухудшает качество воздуха и воды, влияет на здоровье биоты.

Увеличение углеродного следа усиливает изменения климата, что вызывает стресс для различных экосистем по всему миру.

# Будущее экосистем: перспективы и вызовы



## Усиление климатических изменений и миграция видов

Изменения температуры инициируют сдвиг ареалов животных и растений к северу, что меняет структуру сообществ и создает новые экологические взаимодействия.



## Потенциальная утрата до миллиона видов к 2050 году

Согласно докладам IPBES, масштабное исчезновение биоразнообразия угрожает стабильности экосистем и глобальной устойчивости.



## Необходимость международного сотрудничества и инноваций

Для успешной охраны природы требуется совместная работа стран и внедрение новых технологий, способствующих восстановлению природы.



# Заключение: значимость экосистем для устойчивого будущего

Экосистемы обеспечивают жизненно важные процессы и услуги для планеты и общества. Осознание их роли и ответственность за сохранение необходимы для будущих поколений.

