



Урок 63. Устойчивость экосистемы

Естественно-научный эксперимент · 9 класс · 45 минут

Урок 63 из 64 · 45 минут · Модуль «Общая биология»

Уровень: Исследовательский: сравниваем объяснения и обосновываем границы вывода.

Результат: Различить сопротивляемость изменению и скорость восстановления, сравнить две учебные модели и указать границы вывода.

После одинакового нарушения система А почти не изменилась, но долго не возвращалась к исходному уровню. Система Б изменилась сильнее и быстро восстановилась. Какая устойчивее?

Часть I. Материалы ученику

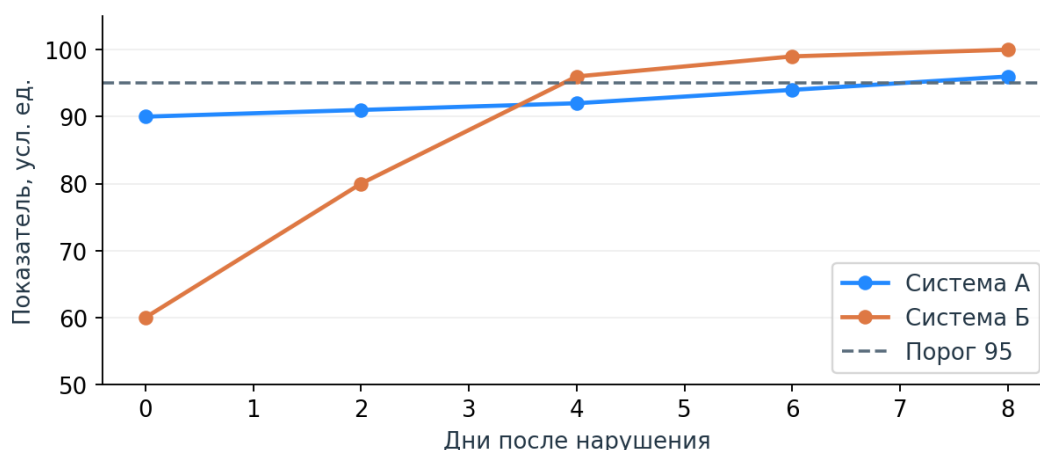
01. Выберите критерий до ответа

0–5 минут. Каждый выбирает А или Б по вводной ситуации и пишет критерий. Сосед проверяет: «мало изменилось» и «быстро восстановилось» означают одно и то же? Класс сохраняет два отдельных вопроса, не голосует за единственного победителя.

02. Два разных свойства системы

5–14 минут. Сопротивляемость в этой задаче означает небольшое отклонение сразу после воздействия. Восстановление означает возвращение выбранного показателя к заданному диапазону. Экологическая устойчивость шире обоих чисел: может включать сохранение состава, связей и функций. В научной литературе термин «resilience» имеет разные операциональные определения, поэтому здесь мы всегда называем измеряемую величину.

Пример: исходный показатель 100 условных единиц, после нарушения 80. Падение: $(100 - 80) / 100 \times 100\% = 20\%$. Порог восстановления по нашему правилу — не менее 95 единиц с сохранением уровня во всех последующих имеющихся наблюдениях. Значения 80, 96, 90 не подтверждают устойчивого возвращения, хотя точка 96 пересекла порог.



Учебные серии А и Б. День 0 — первое измерение после одинакового нарушения; исходный уровень до него равен 100. Пунктир — условный порог 95.

03. Практика 1. Один график — два вывода

Момент	До нарушения	День 0	День 2	День 4	День 6	День 8
А, усл. ед.	100	90	91	92	94	96
Б, усл. ед.	100	60	80	96	99	100

14–25 минут. 2 минуты — прочтите оси; 3 — вычислите начальное падение в процентах; 3 — найдите первый наблюдаемый день устойчивого достижения порога; 3 — составьте два сравнительных вывода и одно ограничение. Форма: «А/Б — падение — день — вывод». Критерии: разные критерии не объединены, вывод опирается на все последующие точки, момент измерения не выдан за точное время восстановления между наблюдениями.

04. Практика 2. Повторное нарушение

25–33 минуты. После второго одинакового по принятому протоколу воздействия отсчёт времени начат заново. Перед ним обе системы имели 100 единиц. Дни наблюдений: 0, 2, 4, 6. А: 88, 92, 96, 98; Б: 55, 65, 72, 80.

2 минуты — перенесите данные в таблицу; 3 — сравните падение и восстановление; 3 — объясните, сохраняется ли прежнее преимущество Б. Итог: четыре числовых характеристики и одно предложение о пределах переноса. Для Б пишите «не достигнут к дню 6», а не придумывайте день достижения 95.

05. Достаточно ли одного показателя?

33–40 минут. Группа 1 защищает выбор Б по первой серии, группа 2 — А по второй. Каждая приводит число и условие, при котором её рекомендация действует. Затем обсудите альтернативу: функция вернулась к 100, но один вид исчез и был заменён другим. Доказывает ли восстановление показателя сохранение исходного сообщества? Предложите два дополнительных показателя и план независимого повторения.

06. Индивидуальная проверка

40–45 минут. Система С: исходно 200 единиц, в дни 0, 2, 4, 6 — 150, 180, 192, 196. 1) Найдите процент начального падения. 2) Пересчитайте порог 95% в единицы С. 3) Укажите первый подтверждённый день восстановления по нашему правилу. 4) Напишите, почему это не доказывает сохранение всех видов. Ответ четырьмя пунктами, по 1 баллу. Три минуты — работа, одна — сверка, одна — итог.

Часть II. Ответы и материалы учителю

Эту часть можно не выдавать до самостоятельной работы. Печатайте часть I отдельно.

Подготовка и план на 45 минут

Таблица, график, бумага, калькулятор. Предпосылки: экосистема, доля, оси графика. Это условный показатель функции экосистемы, а не число видов и не измерение реального водоёма. Все серии смоделированы. Никаких воздействий на живые сообщества не проводится. Длительное наблюдение заменено готовыми данными.

Время, мин	Работа	Результат
0–5	Проблема и первичная версия	Вопрос и первое объяснение
5–14	Понятия, пример, схема	Понимание способа анализа
14–25	Практика 1	Проверяемый результат по данным
25–33	Практика 2	Самостоятельный перенос способа
33–40	Обсуждение	Аргумент, альтернатива, граница вывода
40–45	Индивидуальная работа	Ответ по четырём критериям

Практика 1

А: падение 10%, первый наблюдаемый день достижения 95 с сохранением — 8. Б: падение 40%, день 4. А сильнее сопротивляется начальному изменению выбранного показателя; Б быстрее восстанавливает его в первой серии. Точное время между днями 2 и 4 для Б неизвестно; утверждать «ровно через 4 суток» нельзя.

Практика 2

А: падение 12%, восстановление наблюдается с дня 4. Б: падение 45%, порог не достигнут к дню 6. Преимущество Б по скорости не сохранилось. Две серии не доказывают универсального превосходства А: нужны независимые системы и повторения воздействия.

Обсуждение

Б уместно выбрать, если важна скорость восстановления после первого конкретного воздействия; А — по начальному сопротивлению и второй серии. Дополнительно измеряют состав видов, численность ключевых групп, продуктивность. Повторы на независимых модельных сообществах полезнее многократного измерения одного сосуда как будто это разные сообщества.

Индивидуальная проверка

Падение: $50/200 \times 100\% = 25\%$. Порог: $0,95 \times 200 = 190$ единиц. Впервые подтверждён на дне 4, затем показатель остаётся выше порога. Единственный функциональный показатель не содержит сведений о видовом составе. По 1 баллу; ответ «система полностью устойчива» без критерия не засчитывается как объяснение.

07. Соответствие исходной программе

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Экологические факторы и экосистемы	Сопоставляет ответ на одинаковое воздействие	Две разные характеристики устойчивости
Влияние факторов на организмы	Анализирует вторую серию	Не переносит первое преимущество автоматически
Анализ результатов	Выбирает дополнительные измерения	Различает функцию и состав сообщества

Источники и права

Исходная программа курса на портале «Школы России»:

<https://schoolotzyv.ru/blog/estestvenno-nauchnyy-eksperiment-programma>

C. S. Holling (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. Различение свойств устойчивости:

<https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245>

Схемы и графики — авторские учебные иллюстрации, созданные для этого урока портала «Школы России»; сторонние фотографии не используются. Числовые таблицы — учебные модели, если прямо не указано иное. Внешние источники поддерживают понятия и факты, но не являются источником вымышленных числовых серий.