



Урок 13. Движение одноклеточных

Листы ученика. Ответы и примечания учителю — в отдельной части.

Естественно-научный эксперимент · 8 класс

Урок 13 из 64 · 45 минут · Модуль «Зоология»

Уровень: Базовый исследовательский для 8 класса: работаем по инструкции, сравниваем данные и обосновываем вывод. Уверенно считаем дроби и проценты; специальных лабораторных навыков не требуется.

Вся программа курса

Инфузория вернулась к началу траектории. Значит ли это, что её скорость равна нулю? Проверим, что именно измеряется в видеозаписи.

Проверяемый результат:

Оценить среднюю путевую скорость по калиброванному модельному видеофрагменту, отличить путь от перемещения и указать пределы оценки.

01. Проблемная ситуация

0-5 минут · Вопрос и проверяемое предположение

Три кадра модели: $t=0$ с - центр клетки (0;0) мкм, $t=1$ с - (300;0), $t=2$ с - снова (0;0). Переходы прямые с постоянной скоростью между кадрами. 2 минуты нарисуйте путь; 2 сравните его с отрезком от начала к концу; 1 решите, какую величину делить на 2 с. Отсутствие итогового перемещения не означает покоя.

02. Объяснение и разобранный пример

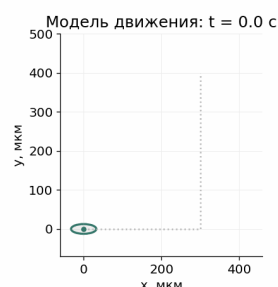
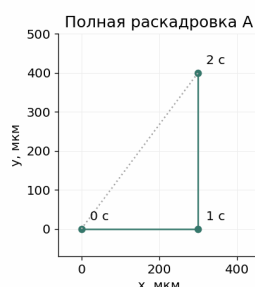
5-14 минут · Понятия, расчёт и ограничения

Инфузории перемещаются благодаря согласованной работе ресничек. Это одноклеточные эукариоты; традиционный учебный раздел «простейшие» не означает, что их клетка устроена просто. Мы анализируем перемещение центра изображения, а не скорость каждой реснички.

Средняя путевая скорость = длина траектории / время. Модуль средней скорости перемещения = расстояние между начальной и конечной точками / время. Для возврата из ситуации 1 путь 600 мкм, средняя путевая скорость 300 мкм/с, перемещение 0. У реального видео путь по редким кадрам может быть недооценён: невидимые повороты между кадрами пропущены.

Калибровка: отрезок 100 пикселей соответствует 200 мкм, значит 2 мкм/пиксель. Если центр сместился на 50 пикселей за 0,5 с, оценка $50 \cdot 2 / 0,5 = 200$ мкм/с. Не используйте размер картинки на экране как биологический масштаб. 3 минуты - движение, 3 - пример, 3 - ограничения.

Учебная анимация, не микросъёмка. Центр клетки отмечен точкой.



Модельный видеофрагмент А и полная раскадровка: центр (0;0) в 0 с, (300;0) в 1 с, (300;400) в 2 с, координаты в мкм. Между кадрами движение прямолинейное. Левая часть постоянно показывает все кадры, правая - анимацию; это не микрофотография.



03. Практика 1: данные и доказательство

14-25 минут · Первая серия

Кадр	Время, с	x, пиксели	y, пиксели
A0	0	0	0
A1	1	150	0
A2	2	150	200

Калибровка 2 мкм/пиксель, камера неподвижна, пауза перед повтором GIF не входит в 2 с. 2 минуты просмотрите анимацию или раскадровку; 4 найдите длины двух участков и сумму; 3 вычислите путевую скорость и модуль средней скорости перемещения; 2 подпишите единицы и ограничение метода. Продукт - размеченная траектория и расчёт. Для прямого расстояния используйте $300^2 + 400^2 = 500^2$.

04. Практика 2: перенос на новые условия

25-33 минуты · Самостоятельный перенос

Новая модель В имеет центр в пикселях (0;0), (60;80), (60;0) при $t=0; 0,5; 1,0$ с. Калибровка 1,5 мкм/пиксель; между кадрами прямые участки. За 2 минуты нарисуйте траекторию, за 4 найдите путь и среднюю путевую скорость, за 2 сравните с перемещением. Подсказка: $60^2 + 80^2 = 100^2$. Укажите, почему масштаб А здесь использовать нельзя.

05. Обсуждение: аргумент и альтернатива

33-40 минут · Аргумент и обоснованный вывод

«Чем длиннее след на мониторе, тем быстрее организм». За 2 минуты возразите с помощью масштабов А и В; за 3 предложите контроль движения камеры и жидкости; за 2 сформулируйте, чего не доказывает более высокая скорость одного объекта.

06. Индивидуальная проверка

40-45 минут · Собственное решение

Клетка проходит по прямой 120 пикселей за 3 с. Масштаб 0,5 мкм/пиксель. Запишите путь, среднюю путевую скорость, совпадает ли путь с модулем перемещения и что изменится при скрытом повороте между кадрами. Четыре пункта за 3 минуты, 1 сверка, 1 исправление.



Ответы, критерии и примечания учителю

Учителю: подготовка и план на 45 минут

Экран с GIF-раскадровкой, её печатная копия в PDF, линейка и калькулятор. GIF - авторская учебная анимация, не микросъёмка и не запись реального опыта. Все временные метки и координаты включены, регистрация не нужна. При отключённой анимации работают с тремя подписанными кадрами. Предпосылки: путь, время, масштаб, прямоугольный треугольник. Не берут пробы из водоёмов и не выращивают неизвестные культуры. Наблюдение живого готового школьного препарата возможно только по утверждённой инструкции учителя и не требуется для решения.

Минуты	Работа	Проверяемый продукт
0-5	Проблемная ситуация	Вопрос и проверяемое предположение
5-14	Понятия и разобранный пример	Пояснение величин и метода
14-25	Практика 1	Расчёт, схема или протокол по данным
25-33	Практика 2	Решение на новых условиях
33-40	Обсуждение	Аргумент, альтернатива и вывод
40-45	Индивидуальная проверка	Самостоятельный ответ и исправление

Все тексты, рисунки и данные включены. Без регистрации: распечатайте ученическую часть PDF или используйте доску. Ответы открывайте после самостоятельной попытки. Минуты включают чтение, записи и переходы. В конце соберите индивидуальную работу. 0-1 балл: разобрать пример повторно; 2-3: уточнить пропущенное звено; 4: объяснить ограничение модели. Это обратная связь, не обязательная школьная отметка.

Разбор практики 1 и критерии

Первый участок $150 \cdot 2 = 300$ мкм, второй $200 \cdot 2 = 400$ мкм. Путь 700 мкм, средняя путевая скорость 350 мкм/с. Перемещение по модулю 500 мкм; модуль средней скорости перемещения 250 мкм/с. Эти числа относятся к заданной анимационной модели. У реальной клетки неизвестные изгибы между кадрами увеличили бы путь; дрейф жидкости и движение камеры также требуют контроля. Критерии: масштаб применён один раз, путь не заменён диагональю, время 2 с.

Ответ и объяснение практики 2

Участки 100 и 80 пикселей: путь $180 \cdot 1,5 = 270$ мкм за 1 с, средняя путевая скорость 270 мкм/с. Перемещение $60 \cdot 1,5 = 90$ мкм, модуль средней скорости перемещения 90 мкм/с. У В другой коэффициент масштаба; автоматический перенос 2 мкм/пиксель дал бы ошибку.

Опора для обсуждения

Нужны одинаковые единицы и временные интервалы. Неподвижная метка проверяет камеру, пассивные частицы помогают заметить дрейф среды. Скорость одного объекта при разных условиях не доказывает различий видов или целенаправленного движения. Сначала описывают траекторию и условия, затем проверяют объяснение.

Ключ и критерии индивидуальной работы

Путь 60 мкм, скорость 20 мкм/с. При заданном прямом движении без возврата путь совпадает с модулем перемещения. При скрытом повороте расстояние между редкими кадрами недооценит путь и путевую скорость. По 1 баллу за каждый пункт.



07. Соответствие исходной программе

Пункт программы → действие ученика → проверяемый результат

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Движение простейших; методы биологического наблюдения	Анализирует модельное видео с масштабом и временем	Путевая скорость в мкм/с
Достоверность и оформление результатов	Сравнивает путь и перемещение	Раскадровка с ограничениями оценки

Опора - раздел «Зоология» опубликованной программы на 64 часа. Это самостоятельный урок на 45 минут. Подробный сценарий, распределение времени и учебные числовые серии - методическая разработка. Предоставленные данные не выдаются за опыт, проведённый авторами или этим классом.

Исходная программа

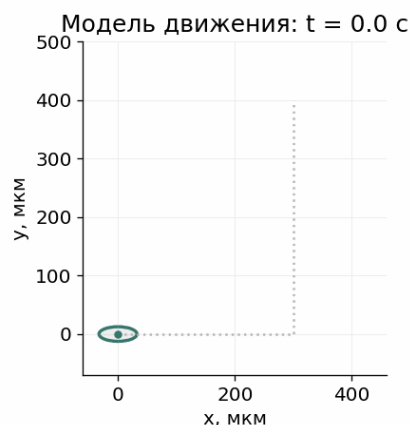
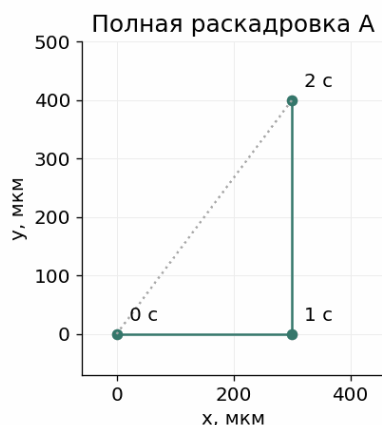
Источники и права на изображения

OpenStax Biology 2e: Characteristics of Protists

Источники проверены 15.10.2026. Числовые наборы - учебные данные, не результаты проведённых авторами опытов. Схемы и графики подготовлены порталом «Школы России». Для микрофотографии отдельно указаны автор и лицензия. Ответы и примечания учителю в PDF выделены отдельно.

Иллюстрация: увеличенная копия для печати

Учебная анимация, не микросъёмка. Центр клетки отмечен точкой.



Модельный видеофрагмент А и полная раскадровка: центр (0;0) в 0 с, (300;0) в 1 с, (300;400) в 2 с, координаты в мкм. Между кадрами движение прямолинейное. Левая часть постоянно показывает все кадры, правая — анимацию; это не микрофотография.