



Урок 11. Зрение и оптическая модель

Часть 1. Материалы ученика

Практическая биология · 9 класс

Урок 11 из 45 · 45 минут · Модуль «Сенсорные системы»

Уровень: начинающий исследователь.

Программа: <https://schoolotzyv.ru/blog/prakticheskaya-biologiya-9-klass-programma>

Линза создаёт изображение, но видеть — не то же самое, что получить светлое пятно на экране.

Результат урока: Разделить оптический и нервный этапы зрения и вычислить положение изображения в модели тонкой линзы.

01. Проблемная ситуация

0–5 минут. В макете есть собирающая линза и экран; изображение стрелки перевёрнуто. Ученик утверждает: «Значит, человек воспринимает мир вверх ногами». Назовите, чего нет в макете по сравнению со зрительной системой, и запишите предварительное возражение.

02. Понятия и разобранный пример

5–14 минут: 4 минуты на понятия, 3 на пример, 2 на объяснение способа партнёру.

Как связать устройство и функцию

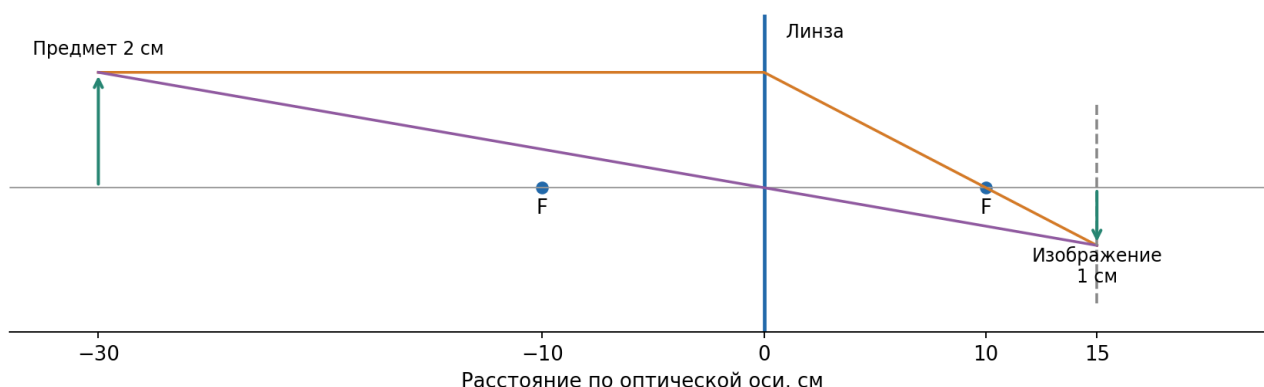
Роговица и хрусталик участвуют в преломлении света; сетчатка содержит фоторецепторы. Палочки особенно важны при слабом освещении, колбочки — для цветового зрения и высокой детализации при подходящем освещении. Сигналы обрабатываются в сетчатке и далее в головном мозге.

Аккомодация связана с изменением формы хрусталика и его оптической силы. На сетчатке формируется уменьшенное перевёрнутое оптическое изображение, но восприятие не является простым просмотром картинки на внутреннем экране. Область выхода зрительного нерва не содержит фоторецепторов; здесь достаточно схемы, тестировать слепое пятно не требуется.

Для отдельной тонкой собирающей линзы используем $1/f = 1/a + 1/b$, где f — фокусное расстояние, a — расстояние от предмета, b — от изображения до линзы. Все величины в одной единице. Это модель школьной оптики, а не способ измерения параметров глаза или подбора очков.

Работайте по подписям и масштабу; рисунки условные и не заменяют запись реального наблюдения.

Разбор: $f = 10$ см, $a = 30$ см. $1/b = 1/10 - 1/30 = 2/30 = 1/15$ см⁻¹, значит $b = 15$ см. При $a > f$ изображение действительное. В схеме предмет высотой 2 см: модуль увеличения $b/a = 1/2$, высота изображения 1 см; оно перевёрнуто. Не переносите эти сантиметры на размеры человеческого глаза.



Точная лучевая модель тонкой линзы: $f = 10$ см, предмет в 30 см слева, изображение в 15 см справа. Вертикальный масштаб увеличен для читаемости; расстояния подписаны.



03. Практика 1. Проверяем материал

Набор данных и доказательства

14–25 минут. Все записи ниже — подготовленный учебный материал. В паре прочитайте каждую строку; не проводите измерений на себе. Первые 3 минуты — разметка данных, 5 минут — решение, 3 минуты — взаимная проверка.

Опыт-модель	a, см	f, см
A	20	10
Б	30	10
В	40	10

Вычислите b для А–В и запишите, куда нужно перемещать экран при удалении предмета. Округлите только конечный результат b до сотых сантиметра. Затем подпишите на схеме аналог экрана в глазу и объясните, почему это лишь частичная аналогия. Критерии: формула, единицы, тенденция, ограничение модели.

04. Практика 2. Перенос способа

Новое условие

25–33 минуты. Экран макета неподвижен в 20 см от линзы, предмет — в 30 см перед ней. Какое f требуется для резкого изображения? Сравните с исходными 10 см. Объясните, какое качественное изменение в настоящем глазу позволяет фокусировать предметы на разных расстояниях; численные параметры макета не считайте параметрами глаза.

05. Обсуждение и границы вывода

33–40 минут. Две версии: «зрение обеспечивает только хрусталик» и «оптика, рецепторы и нервная обработка работают совместно». Приведите аргумент за вторую, используя различие линзы, сетчатки и мозга. Какой вопрос макет не позволяет исследовать?

06. Индивидуальная проверка

40–45 минут. Для отдельной линзы $f = 8$ см, $a = 24$ см найдите b . Назовите структуру с фоторецепторами и одно ограничение применения модели к человеку.



Часть 2. Ответы и материалы учителя

Практика 1: разбор и критерии

A: $b = 20$ см; Б: 15 см; В: $1/b = 1/10 - 1/40 = 3/40$, $b = 40/3 \approx 13,33$ см. Экран приближают к линзе. Сетчатка принимает свет, но в отличие от пассивного экрана содержит рецепторы и участвует в обработке сигнала. 4 балла: три результата, тенденция и осмысленная аналогия (последние два пункта вместе 1 балл).

Практика 2: разбор и критерии

$1/f = 1/30 + 1/20 = 5/60 = 1/12$, поэтому $f = 12$ см: больше исходных 10 см. В глазу аккомодация изменяет форму хрусталика и оптическую силу, а сетчатку не двигают как экран макета. 3 балла: расчёт, сравнение, биологическое объяснение без подбора очков.

Обсуждение: возможный вывод

Линза фокусирует свет, рецепторы преобразуют его действие в сигналы, нервная система обрабатывает информацию. Макет не показывает цветовое восприятие, распознавание объектов или объединение сигналов двух глаз. Он проверяет только выбранные оптические отношения.

Индивидуальная проверка: ответ и критерии

$1/b = 1/8 - 1/24 = 1/12$, $b = 12$ см. Фоторецепторы расположены в сетчатке. Модель не воспроизводит всю оптику и нервную обработку и не предназначена для диагностики или подбора коррекции. По 1 баллу, всего 3.

Учителю: подготовка и план на 45 минут

На пару: распечатка ученической части PDF, карандаши двух цветов, линейка, простой калькулятор. Схема и все исходные данные включены в урок. Работа только с бумажными моделями и готовыми данными. Не брать биологические пробы, не ставить диагнозы, не испытывать действие раздражителей на учениках. Интернет, регистрация и аккаунты детям не нужны.

Уровень — начинающий исследователь, 9 класс. Предпосылки: строение животной клетки, различие клетки, ткани и органа; чтение таблиц и простых схем. В паре один описывает, второй проверяет, затем меняются. Все изображения и числовые серии учебные; работу по ним не выдавать за проведённый опыт. Подготовка и печать выполняются до урока; разборы открываются после самостоятельной попытки. При затруднении учитель разбирает первую строку вместе с классом, остальные учащиеся выполняют самостоятельно.

Минуты	Работа	Результат
0–5	Проблема	Вопрос и первое решение
5–14	Понятия и пример	Способ проверки
14–25	Практика 1	Готовый продукт и проверка
25–33	Практика 2	Перенос способа
33–40	Обсуждение	Аргумент и ограничение
40–45	Индивидуальная проверка	Самостоятельный ответ



07. Соответствие исходной программе

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Сенсорные системы; физические основы восприятия света	Рассчитывает модель тонкой линзы	Различает предмет, фокус и изображение
Сетчатка, обработка сигнала, аккомодация	Сопоставляет макет с глазом	Называет рецепторный этап и ограничения аналогии

Источники и права на изображения

Исходная программа курса

<https://schoolotzyv.ru/blog/prakticheskaya-biologiya-9-klass-programma>

OpenStax, Anatomy and Physiology 2e: 14-1-sensory-perception

<https://openstax.org/books/anatomy-and-physiology-2e/pages/14-1-sensory-perception>

Тексты, задания, учебные данные и схемы разработаны для портала «Школы России». Числовые серии — учебные модели, не результаты проведённых классом опытов. Схемы авторские, не копии микрофотографий; сторонние изображения не используются. Фактические сведения сверены по указанным источникам 19.10.2026. Материалы полностью даны, переход по внешним ссылкам ученику не требуется.