



Урок 56. Свет и зрение

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

Естественно-научный практикум · 8-9 классы

Урок 56 из 64 · 45 минут · Модуль «Объединяем науки»

Уровень: Базовый исследовательский. 8 класс - работа с формулами и опорами; 9 класс - самостоятельная проверка условий и ограничений.

Вся программа курса

Два источника излучают одинаковую суммарную энергию, но их спектры различаются. Достаточно ли одного числа, чтобы предсказать зрительное впечатление?

Проверяемый результат:

Сопоставить два готовых изображения спектров, рассчитать отклики трёх учебных датчиков и объяснить, почему спектр, яркость и восприятие нельзя отождествлять.

01. Проблемная ситуация

0-5 минут · Вопрос и проверяемое предположение

На рисунке спектр А содержит 2 условные единицы в полосе 550 нм, спектр Б - по 1 единице в полосах 450 и 650 нм. Во всех остальных полосах излучение в этой учебной модели равно нулю. Суммы одинаковы: 2 единицы.

За 1 минуту подпишите оси; за 2 найдите сходство и различие; за 2 запишите две версии: «суммы достаточно» и «важно распределение по длинам волн». Обведите данные, способные различить версии. Это изображения модельных спектров, а не результаты измерений ламп.

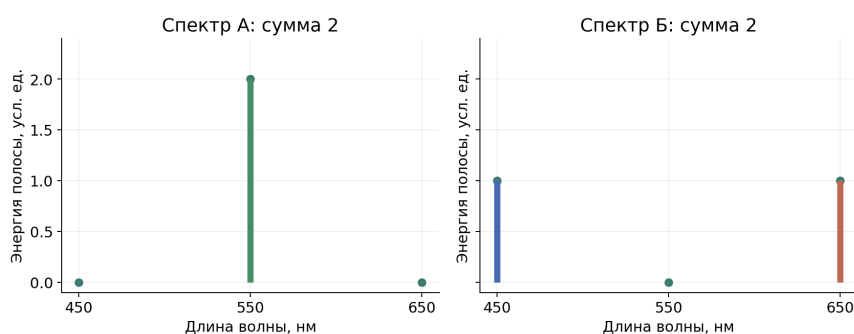
02. Объяснение и разобранный пример

5-14 минут · Понятия, расчёт и ограничения

Спектр описывает распределение излучения по длинам волн. Одна длина волны не характеризует белый свет. Оптика глаза формирует изображение на сетчатке; фоторецепторы превращают световое воздействие в изменение электрического сигнала, а дальнейшая обработка происходит в нервной системе. Колбочки трёх типов имеют перекрывающиеся спектральные чувствительности; палочки особенно важны при слабом освещении и не обеспечивают обычное цветовое различие. Центральная ямка богата колбочками. Периферия не является зоной, где работают только палочки.

Для расчёта используем не реальные колбочки, а три условных датчика. Для полос 450/550/650 нм их веса: $S=(1; 0,2; 0)$, $M=(0,1; 1; 0,2)$, $L=(0; 0,5; 1)$. Отклик - сумма «энергия полосы × вес». Для А: $S=0,1+2,0,2+0,0=0,4$; $M=2$; $L=1$. Одинаковая сумма энергии не означает одинаковые отклики. Единицы условные; это не шкала яркости человека и не RGB-код дисплея.

На объяснение: 3 минуты - путь света и рецепторы; 3 - расчёт А; 3 - различие модели и живого зрения.



Два учебных спектра с одинаковой суммой энергии. Точки показывают три заданные полосы, а не непрерывный спектр и не цвета реального изображения.



03. Практика 1: данные и доказательство

14-25 минут · Первая серия

Спектр	450 нм	550 нм	650 нм
А	0	2	0
Б	1	0	1
В	1	1	1

2 минуты - перенесите таблицу; 5 - вычислите S/M/L для Б и В по весам из примера; 2 - сравните А и Б; 2 - напишите вывод. Продукт: таблица трёх откликов и два предложения со ссылкой на числа. Критерии: учтены все три полосы, сумма не названа зрительной яркостью. 8 класс пользуется подписанной суммой; 9 класс дополнительно объясняет, почему датчики имеют перекрывающиеся веса.

04. Практика 2: перенос на новые условия

25-33 минуты · Самостоятельный перенос

Нейтральный фильтр пропускает половину энергии в каждой из трёх полос спектра Б. Второй фильтр пропускает только полосу 650 нм полностью. Найдите выходные спектры и S/M/L в каждом случае. 2 минуты - запишите новые энергии, 4 - посчитайте, 2 - сравните отношение откликов. Продукт: две строки расчёта и вывод о том, какой фильтр сохраняет соотношение сигналов. 9 класс поясняет, почему и это ещё не гарантирует неизменного восприятия в другой обстановке.

05. Обсуждение: аргумент и альтернатива

33-40 минут · Аргумент и обоснованный вывод

2 минуты - сравните фразы «цвет находится внутри предмета» и «восприятие зависит от освещения, поверхности и зрительной системы». 3 - приведите по одному аргументу из спектров и модели рецепторов; 2 - предложите контроль при сравнении двух распечаток. Не просите одноклассника доказывать своё цветовое восприятие.

06. Индивидуальная проверка

40-45 минут · Собственное решение

За 3 минуты для спектра (0; 1; 1) рассчитайте М и L; назовите функцию колбочек и одну причину, почему это не готовый тест зрения. 1 минута - сверка, 1 - исправление. Критерии: по 1 баллу за каждый из четырёх пунктов.



Ответы, критерии и примечания учителю

Учителю: подготовка и план на 45 минут

Экран или распечатанные графики, калькулятор, три цветных карандаша с подписями S/M/L. Предпосылки: длина волны, сумма и умножение десятичных дробей. Никаких лазеров, ярких ламп и опытов с глазами: смотрим только на обычные распечатки; на Солнце не смотрим. Цветовое различие учеников не оцениваем: все цвета продублированы буквами. 8 класс считает по строкам; 9 класс объясняет границы модели датчиков.

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

Б: $S=1$, $M=0,3$, $L=1$. В: $S=1,2$, $M=1,3$, $L=1,5$. У А и Б сумма энергии равна 2, но наборы откликов разные: (0,4; 2; 1) и (1; 0,3; 1). В модели этого достаточно, чтобы отвергнуть утверждение об одинаковой информации датчиков. Назвать точный воспринимаемый цвет или яркость человека по этой учебной таблице нельзя.

Ответ и объяснение практики 2

Нейтральный: (0,5; 0; 0,5), отклики (0,5; 0,15; 0,5); все исходные отклики Б уменьшились вдвое. Выборочный: (0; 0; 1), отклики (0; 0,2; 1). Отношения сигналов изменились. Реальное восприятие зависит также от адаптации и окружения; утверждение о постоянном цвете относится здесь только к сохранению пропорций датчиков.

Опора для обсуждения

Сильный ответ различает спектр источника, отражение поверхностью и обработку сигнала. При сравнении сохраняют освещение, фон и условия просмотра. Альтернатива «изменился сам объект» проверяется сравнением в одинаковом свете. Таблица опровергает достаточность одной суммы, но не измеряет субъективное ощущение.

Ключ и критерии индивидуальной работы

$M=1+0,2=1,2$; $L=0,5+1=1,5$. Колбочки участвуют в дневном цветовом зрении. Веса условные, не индивидуально измерены; отсутствуют контроль яркости, адаптации и медицинская методика. Каждый из четырёх пунктов - 1 балл.



07. Соответствие исходной программе

Пункт программы → действие ученика → проверяемый результат

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Свет и цвет в природе; физическая природа цвета	Сопоставляет графики спектров	Различает распределение и сумму
Занятие №6: дисперсия света; восприятие разными зонами сетчатки	Анализирует спектральные полосы и модель рецепторов	Отделяет физический стимул от зрительного результата

Опора - раздел «Объединяем науки» 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.

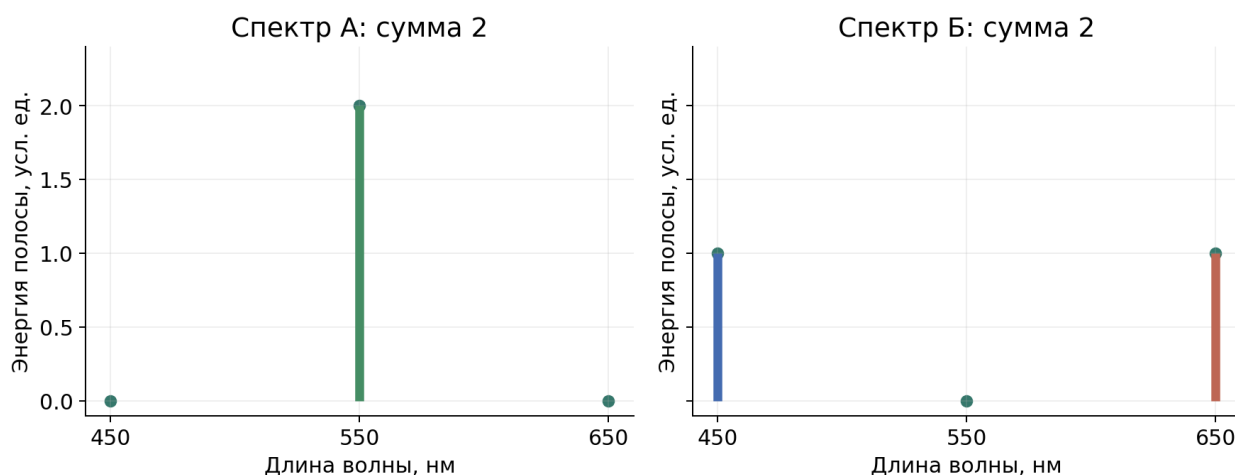
Исходная программа

Источники и права на изображения

OpenStax: зрение и фоторецепторы

Источники проверены 15.10.2026. Числовые наборы и графики - учебные модели, не результаты проведённых авторами опытов. Оригинальные схемы подготовлены порталом «Школы России» для этого урока, не являются фотографиями. Ответы и примечания учителю в PDF выделены отдельно.

Иллюстрация: увеличенная копия для печати



Два учебных спектра с одинаковой суммой энергии. Точки показывают три заданные полосы, а не непрерывный спектр и не цвета реального изображения.