

Гордон Глеб Владимирович

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ФАКУЛЬТАТИВНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ФИЗИКЕ

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Одним из наиболее перспективных направлений использования информационных технологий в физическом образовании является компьютерное моделирование физических явлений и процессов [1].

Компьютерные модели – эффективное средство познавательной деятельности учащихся, которое открывает для учителя широкие возможности по совершенствованию урока. Используя учебные компьютерные модели, учитель может представить изучаемый материал более наглядно, продемонстрировать его новые и неожиданные стороны неизвестным ранее способом, что, в свою очередь, повышает интерес учащихся к изучаемому предмету и способствует углублению понимания учебного материала [2: с. 43].

В основном курсе физики изучить на достаточном уровне физические явления и процессы (например, геометрической оптики) не представляется возможным из-за недостатка учебных часов. Поэтому факультативные занятия являются хорошей возможностью дополнить знания учащихся о свете и световых явлениях. Вместе с тем многие задачи, представленные на факультативных занятиях, позволяют глубже усвоить теоретический материал, а также подготовиться к сдаче ЕГЭ. Основными целями разработанного автором факультативного

курса по теме «Геометрическая оптика» являются:

- 1) повторение и углубление знаний учащихся по законам геометрической оптики (основной теоретический материал);
- 2) закрепление навыков решения задач темы с помощью компьютерных моделей;
- 3) развитие умений объяснять окружающие явления.

Курс рассчитан на 15 учебных часов. Наиболее целесообразно его изучение в первом полугодии 9 класса, но также его можно проводить и в старших классах как повторение изученного материала на новом уровне.

Компьютерные модели на факультативных занятиях по физике удобно было использовать, прежде всего, в демонстрационном варианте при объяснении нового материала и при решении практических задач. Также некоторые из компьютерных моделей позволяли одновременно с ходом экспериментов наблюдать характер изменения соответствующих физических величин, например, угла преломления при прохождении оптической среды (например, через плоскопараллельную пластинку).

Учащимся предлагалось самостоятельно провести небольшие исследования, используя компьютерные модели, и получить необходимые результаты, тем более, что многие модели позволяют провести такое исследование буквально за считанные мину-

ты (конечно, со стороны учителя осуществлялся контроль и помощь учащимся на этапах планирования и проведения экспериментов).

Компьютерные модели, которые использовались на факультативных занятиях по физике, созданы автором с учетом основных требований к электронным изданиям, а также с учетом возрастных особенностей учащихся. Они относятся к следующим темам: «Образование тени и полутени от одного и от двух независимых источников света», «Явления отражения и преломления», «Плоское зеркало», «Ход луча в треугольной призме и плоскопараллельной пластинке», «Линза как оптический прибор». Все модели написаны на языке программирования Borland Delphi 7.

Рассмотрим подробно особенности данных компьютерных моделей, их описания и предлагаемые учащимся задания к этим моделям.

МОДЕЛЬ «ОБРАЗОВАНИЕ ТЕНИ И ПОЛУТЕНИ ОТ ИСТОЧНИКА СВЕТА»

Данная модель позволяет исследовать образование тени и полутени от одного источника света, демонстрируя закон прямолинейного распространения света (см. рис. 1). В этой модели можно менять все основные параметры, включая выбор источника света (точечного или протяженного), и его размер, размер и положение препятствия, положение экрана. Все эти параметры разбиты для удобства на информационные блоки, соответственно на источник, препятствие и экран.

Все происходящие изменения параметров модели фиксируются так называемыми индикаторами. Данные индикаторы предназначены для отображения численных значений изменяющихся параметров. Например, если показывают размер источника света и препятствия, положение препятствия и экрана, то, изменяя соответствующие параметры, можно получать на экране тени или полутени. Для того чтобы анализировать отношения размеров тени и полутени, в программу включен «Дополнительный экран», который можно перемещать в удобное место окна программы. На дополнительном экране более качественно можно рассмотреть данное соотношение (см. рис. 2).

Учащимся при рассмотрении данной темы предлагалось решить практические задачи и проверить правильность их решения на компьютерной модели. Рассмотрим одну из этих задач.

Условие: Источник света диаметра $D = 20$ см расположен на расстоянии $L = 2$ м от экрана. На каком наименьшем расстоянии x от экрана нужно

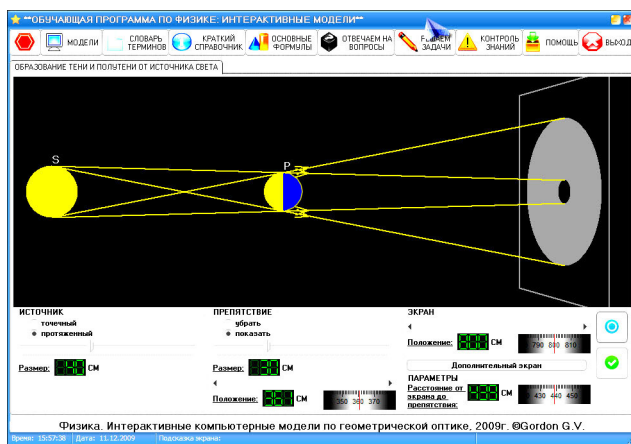


Рис. 1

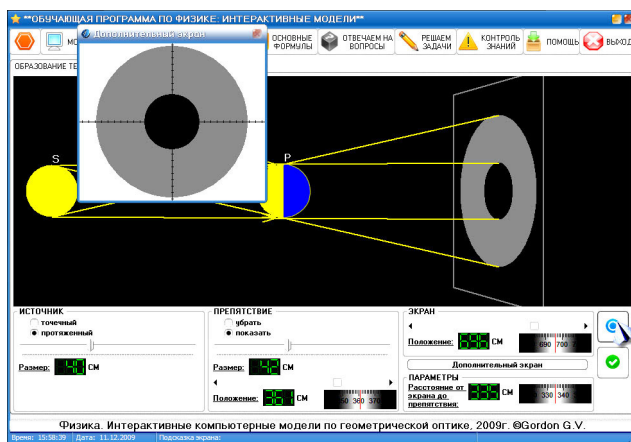


Рис. 2

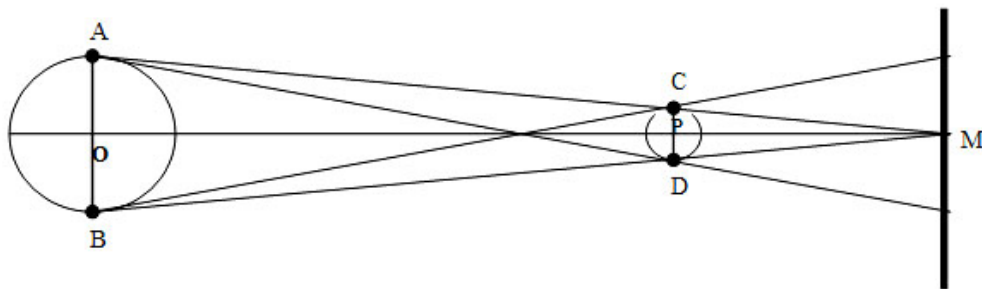
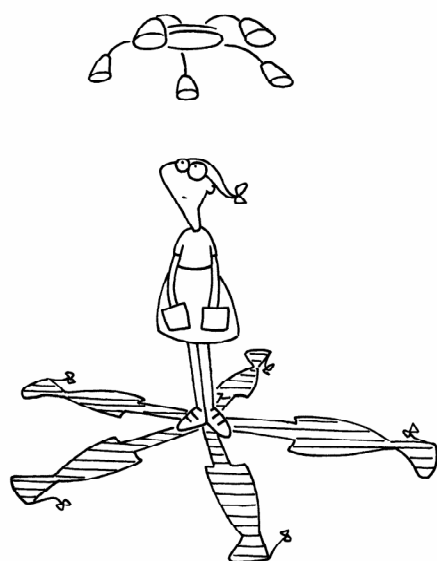


Рис. 3

поместить мячик диаметра $d = 8$ см, чтобы он не отбрасывал тени на экран, а давал только полутень? Прямая, проходящая через центры источника света и мячика, перпендикулярна плоскости экрана.

При решении данной задачи учащиеся должны были применить необходимые знания из курса математики. На рис. 3 представлен тот случай, когда мы на экране можем получить только полутень от источника. Здесь $AB = D$, $CD = d$, $OM = L$ и $PM = x$, где x нам необходимо найти. Рассмотрим два треугольника ABM и CDM . Данные треугольники подобны, поэтому выполняется следующее соотношение:

$\frac{PM}{CD} = \frac{OM}{AB}$. Отсюда мы получаем, что $\frac{x}{d} = \frac{L}{D} \Rightarrow x = \frac{L \cdot d}{D}$. Теперь подставляем известные нам данные и получаем $x = 0,8$ м или 80 см.



Затем на компьютерной модели проверяем полученный результат и убеждаемся, что решили правильно. Также учащимся предлагалось самостоятельно провести несколько исследований: как зависит изображение на экране от размеров препятствия и источника света; как зависит изображение на экране от положения препятствия, если источник является точечным и т. д. По итогам работы с данной моделью учащиеся делают соответствующие выводы.

МОДЕЛЬ «ОБРАЗОВАНИЕ ТЕНИ И ПОЛУТЕНИ ОТ ДВУХ НЕЗАВИСИМЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА»

Эта модель демонстрирует образование тени и полутени от двух независимых источников света. Как и первая модель, она подтверждает закон прямолинейного распространения света, а также независимость световых пучков (рис. 4). В этой модели можно менять все основные параметры, как и в первой модели, кроме размера источ-

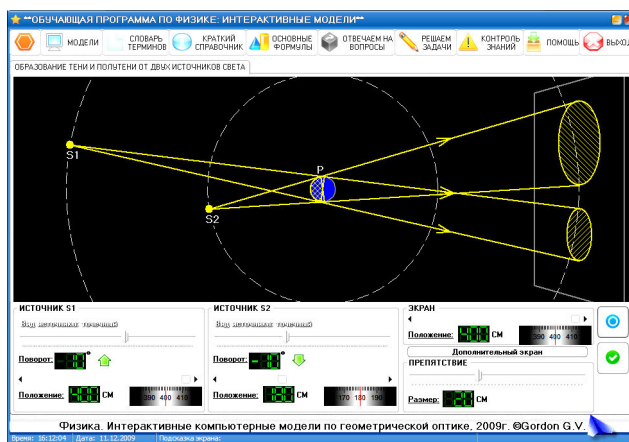


Рис. 4

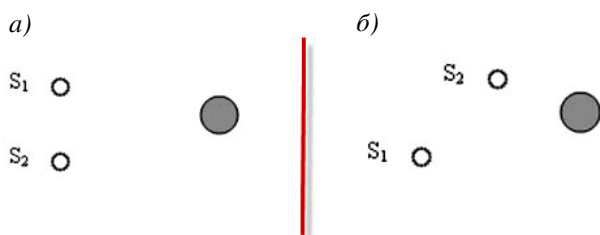


Рис. 5

ников света, которые даются по умолчанию как точечные. Отметим, что положение источников света определяется параметрами положения и поворота относительно препятствия. Кроме этого, как и в предыдущей модели, имеется дополнительный экран для наблюдения соотношения теней и полутеней.

Сначала учащиеся проводят исследование, как зависит изображение на экране от положения источников света, и делают соответствующие выводы.

Затем им предлагается выполнить несколько заданий по построению изображения препятствия, которое освещается двумя источниками света.

Задание 1. Сделайте чертеж (см. рис. 5а) и изобразите на нем тени и полутени от мяча, освещенного двумя источниками света S_1 и S_2 .

Задание 2. Сделайте чертеж (см. рис. 5б) и изобразите на нем тени и полутени от мяча, освещенного двумя источниками света S_1 и S_2 .

МОДЕЛЬ «ЗАКОН ОТРАЖЕНИЯ»

Модель демонстрирует закон отражения от плоского зеркала. Для более глубокого понимания этого закона в модели предусмотрено изменение угла зеркала (см. рис. 6).

Сначала учащиеся знакомятся с данной моделью и выясняют, как зависят углы A и B от изменения угла зеркала F .

Учащимся предлагается решить задачи с проверкой на компьютерной модели.

Задача 1. Чему равен угол падения луча на плоское зеркало, если угол между падающим лучом и зеркалом 30° ? (Ответ: 60°).

Задача 2. Чему равен угол падения луча на плоское зеркало, если угол между падающим лучом и отраженным 40° ? (Ответ: 20°).

Задача 3. Плоское зеркало поворачивают на угол $\alpha = 35^\circ$. На какой угол β повернется при этом отраженный от зеркала луч? (Ответ: 70°).

Задача 4. Угол падения луча, падающего на плоское зеркало, равен 30° , плоское зеркало повернули на 20° , чему будет равен угол отражения луча? (Ответ: 70°).

МОДЕЛЬ «ПЛОСКОЕ ЗЕРКАЛО»

Модель демонстрирует получение изображения с помощью плоского зеркала, что, в свою очередь, иллюстрирует закон отра-

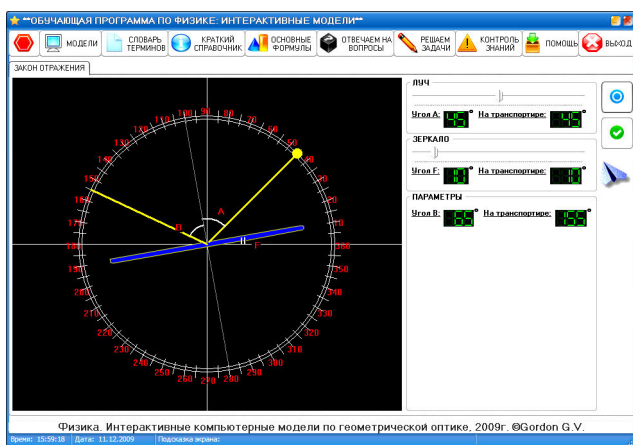
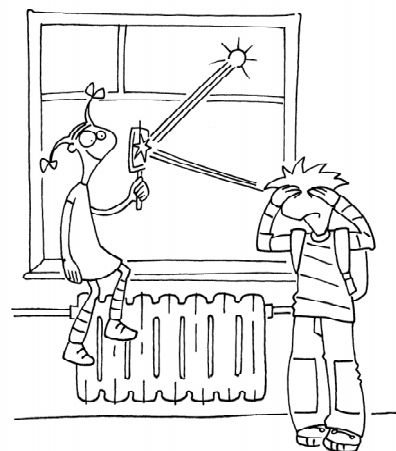


Рис. 6



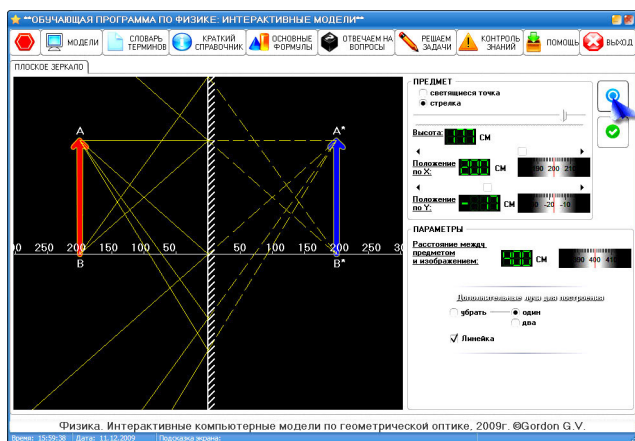


Рис. 7

жения. В данной модели можно выбрать в качестве предмета как точку, так и стрелку (см. рис. 7).

В начале изучения темы «Плоское зеркало» учащимся предлагается провести ряд исследований с моделью: как зависит расстояние между предметом и изображением от изменения положения предмета относительно зеркала, как зависит размер изображения при изменении высоты предмета.

Учащимся предлагается решить задачи с проверкой на компьютерной модели.

Задача 1. Расстояние от предмета до его изображения в плоском зеркале равно 80 см. Чему равно расстояние от предмета до зеркала? (Ответ: 40 см).

Задача 2. Как изменится расстояние между предметом и изображением в плоском зеркале, если зеркало переместить в то место, где было изображение? (Ответ: увеличится вдвое).

Задача 3. Постройте изображение предмета AB в плоском зеркале (см. рис. 8).

МОДЕЛЬ «ЗАКОН ПРЕЛОМЛЕНИЯ»

Модель демонстрирует один из фундаментальных законов геометрической оптики, а именно, закон преломления. Модель позволяет вычислить не только угол преломления луча, но и показывает значение предельно-

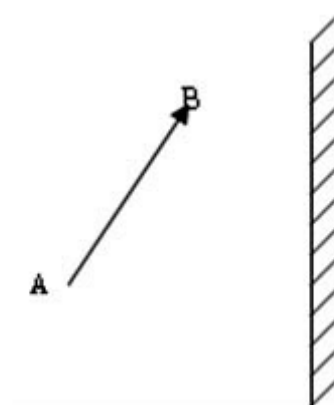


Рис. 8

го угла, при котором появляется полное внутреннее отражение. Кроме этого, в модель входит дополнительная информация, включающая в себя сведения о скорости света в средах относительно вакуума (рис. 9). По сравнению с существующими компьютерными моделями, демонстрирующими закон преломления, данная модель содержит более полную информацию о рассматриваемом явлении. С помощью модели можно наблюдать, при каких значениях угла падения и показателей сред наступает полное внутреннее отражение. Также можно предложить ряд практических задач, которые необходимо будет проверить с помощью данной модели. В модель для удобства включена таблица с основными значениями показателей преломления различных сред.

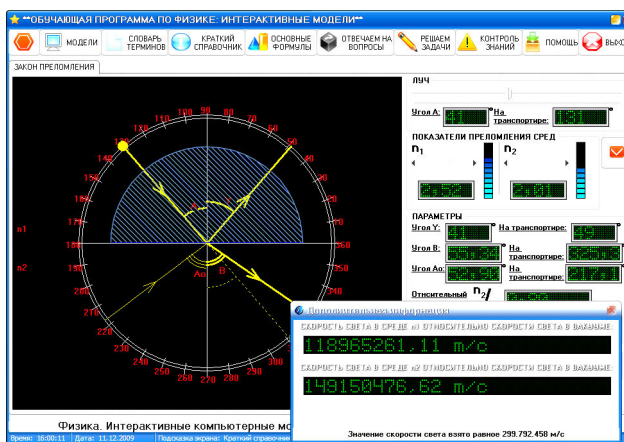


Рис. 9

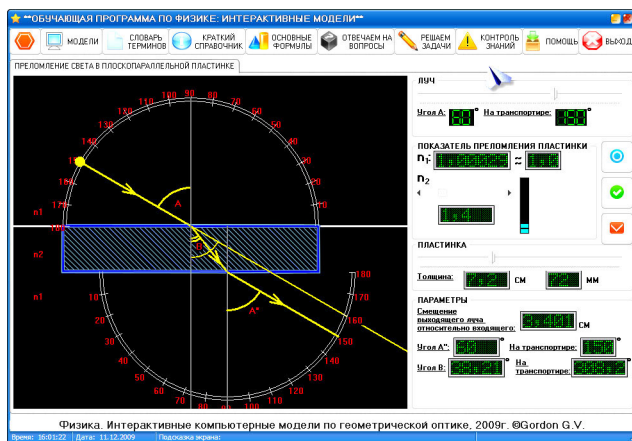


Рис. 10

При работе с данной моделью учащиеся исследуют зависимость угла преломления от показателей преломления сред, от угла падения при неизменном показателе преломления второй оптической среды и делают соответствующие выводы.

Затем учащиеся решают задачи и проверяют решения на модели.

Задача 1. Определите скорость света v в некоторой жидкости, если при падении луча на поверхность жидкости из воздуха под углом $\alpha = 45^\circ$ угол преломления равен $\beta = 30^\circ$. (Ответ: $n_1 = c/v$, $n_2 = \sin\alpha/\sin\beta$, ($c = 299792458$ м/с, $v \sim 212017297$ м/с).

Задача 2. Луч света падает на плоскую границу раздела двух сред. Угол падения равен 40° , угол между отраженным лучом и

преломленным 110° . Чему равен угол преломления? (Ответ: 30°).

Задача 3. Угол падения светового луча на границу раздела двух сред равен 60° . Преломленный луч составляет с нормалью угол 35° . Определите в градусах угол между отраженным и преломленным лучами. (Ответ: 85°).

Задача 4. Световой луч падает под углом 65° на границу раздела воздух-стекло, а преломленный луч составляет угол 33° с нормалью. Определите показатель преломления стекла. (Ответ: $n = 1,66$ по закону преломления).

Задача 5. Угол падения светового луча на границу раздела воздух-среда равен 60° . При этом угол между отраженным и преломленным лучами равен 90° . Определите показатель преломления среды. (Ответ: $n = 1,73$ по закону преломления).

Задача 6. Предельный угол полного внутреннего отражения на границе двух сред равен 30° . Определите отношение показателя преломления первой среды к показателю преломления второй среды. (Ответ: $n_2/n_1 = 0,5$).

МОДЕЛЬ «ПРЕЛОМЛЕНИЕ СВЕТА В ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ПЛАСТИНКЕ»

Модель демонстрирует ход лучей сквозь плоскопараллельную пластинку определенной толщины. Она позволяет также находить смещение луча относительно угла падения (рис. 10). Данная модель позволяет углубить знания по теме «Закон преломления». На взгляд автора, это одна из самых интересных представленных здесь компьютерных моделей. Благодаря изменению угла падения луча света и толщины пластинки можно наблюдать, и это подтверждается экспериментально, что угол выходящего луча будет иметь то же значение, что и угол падения.

Учащиеся исследуют, как зависит выходящий угол от изменения пока-

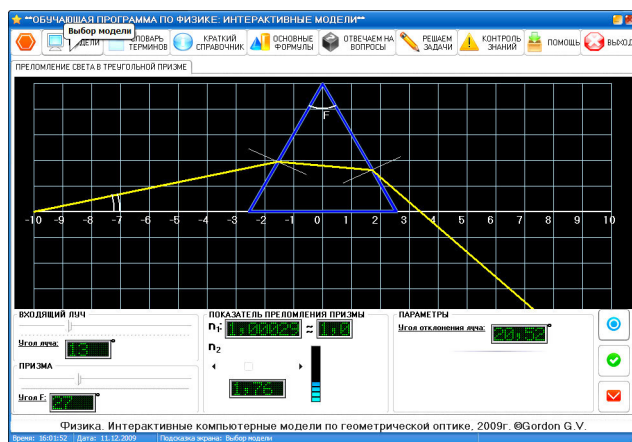


Рис. 11

зателя преломления пластинки и ее толщины, и делают выводы. Также учащиеся наблюдают данное явление и в реальности, когда им предлагается провести небольшой эксперимент: взять призму, имеющую форму трапеции, и на верхнюю грань призмы направить луч лазера под определенным углом. В результате они наблюдают, что луч вышел из призмы под тем же углом, под каким его направляли. Данная модель может быть помощником при выполнении лабораторной работы по нахождению показателя преломления плоскопараллельной пластинки.

Для данной модели учитель самостоятельно может разработать несколько задач.

МОДЕЛЬ «ПРЕЛОМЛЕНИЕ СВЕТА В ТРЕУГОЛЬНОЙ ПРИЗМЕ»

Модель демонстрирует ход лучей сквозь треугольную призму. Она позволяет менять угол призмы и угол падения луча, а также позволяет проследить, при каких условиях возникает в призме явление полного внутреннего отражения (рис. 11). Кроме этого модель автоматически вычисляет значения угла отклонения луча. Основными изменяемыми параметрами данной модели является угол призмы и угол падения.

Учащимся предлагается провести исследование, как зависит смещение луча от угла падения и угла призмы, как зависит смещение луча от показателя преломления призмы, и сделать соответствующие выводы.

Для данной модели учитель также может разработать несколько задач.



МОДЕЛЬ «ЛИНЗА КАК ОПТИЧЕСКИЙ ПРИБОР»

Модель демонстрирует ход лучей в линзе. Кроме этого, она демонстрирует построение изображения. Данную модель можно применять и как виртуальную лабораторную установку для нахождения фокусного расстояния линзы при заданных определенных параметрах (рис. 12).

В этой модели можно выбирать вид линзы: либо рассеивающую, либо собирающую. В модель входят три основных блока: блок изменения параметров линзы, блок изменения параметров предмета и блок вывода некоторых результатов. Модель автоматически вычисляет значения оптической силы, линейного увеличения и размер изображения.

Сначала учащиеся проводят исследование, как зависит размер изображения от расстояния предмета до линзы, как зависит оптическая сила линзы от фокусного расстояния, при каких расстояниях предмета от линзы лучи, направленные от предмета, будут уходить в бесконечность.

Учащимся также предлагается решить несколько задач.

Задача 1. Высота предмета h равна 1 см, высота изображения $H = 3$ см. Чему равно увеличение? (Ответ: 3).

Задача 2. Какова высота изображения, если оно находится на расстоянии 12 см от

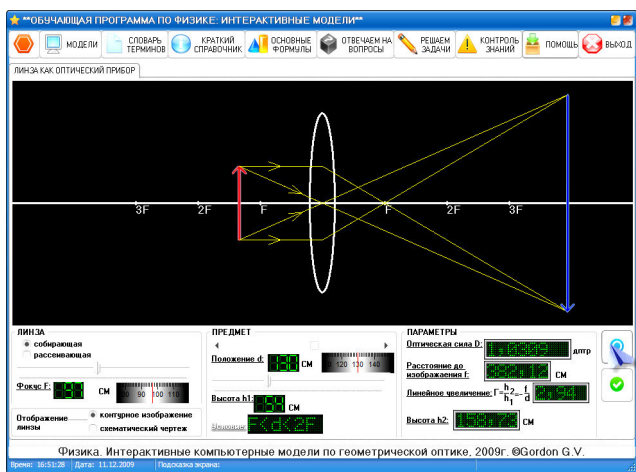


Рис. 12

Табл. 1

	Действительное Мнимое	Прямое Перевернутое	Увеличенное Уменьшенное
$d > 2F$			
$d = 2F$			
$F < d < 2F$			
$d = F$			
$d < F$			

линзы, высота предмета 2 см и он расположен в 8 см от линзы? (Ответ: 3 см).

Задача 3. На каком расстоянии от линзы получено изображение, если оно в 4 раза больше предмета и расстояние от предмета до линзы равно 5 см. (Ответ: 20 см).

Задача 4. Постройте изображение в собирающей линзе, опишите изображение, заполнив таблицу 1.

В статье рассмотрены не все возможности данных компьютерных моделей, но уделено внимание их основным особенностям.

Литература:

1. *Кавтрев А.Ф.* Опыт использования компьютерных моделей на уроках физики в школе «Дипломат», Сб. РГПУ им. А.И. Герцена «Физика в школе и вузе», СПб: Образование, 1998. С. 102–105 // <http://www.eduhmao.ru/info/1/3697/23186/>
2. *Кавтрев А.Ф.* Компьютерные программы по физике для средней школы // Компьютерные инструменты в образовании, 1998. № 2. С. 41–47.
3. Использование компьютера при изучении физики ИП «Уроки.нет» // <http://www.uroki.net/docfiz/docfiz27.htm>.

Эти модели можно использовать, кроме факультативных занятий, также на обычном уроке, позволяя учителю организовывать новые виды учебной деятельности.

Конечно, такие демонстрации будут иметь успех, если учитель работает с небольшой группой учащихся, которых можно рассадить вблизи монитора или если в кабинете имеется проекционная техника. Учитель может предложить учащимся самостоятельно поработать с моделями в компьютерном классе или в домашних условиях, что иногда бывает более реально [3].

От редакции: описанные в статье модели будут опубликованы в электронном приложении «Журнал в журнале» в следующем выпуске.



Наши авторы, 2009.
Our authors, 2009.

*Гордон Глеб Владимирович,
выпускник (специалист) Бийского
педагогического государственного
университета имени В.М. Шукинина.*