

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ УМЕНИЯ РЕШАТЬ ЗАДАЧИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «ВОЛНОВАЯ ОПТИКА»

З.А. Латипов , к.п.н., доцент, Елабужский институт (филиал) Казанского (Приволжского) федерального университета, г. Елабуга; ZALatipdv@kpfu.ru	Z.A. Latipov , PhD (Pedagogy), Associate Professor, Yelabuga Institute (branch) of the Kazan (Volga Region) Federal University, Yelabuga; ZALatipdv@kpfu.ru
Ф.М. Сабирова , к.ф.-м.н., доцент, Елабужский институт (филиал) Казанского (Приволжского) федерального университета, г. Елабуга; FMSabirova@kpfu.ru	F.M. Sabirova , PhD (Physics and Mathematics), Associate Professor, Kazan (Volga Region) Federal University, Yelabuga Institute (branch); FMSabirova@kpfu.ru
Ключевые слова: волновая оптика, решение, задача, визуализация, опыт Юнга, когерентные волны, анимация	Keywords: wave optics, solution, problem, visualization, Jung's experiment, coherent waves, animation
В статье предложен способ обучения решению задач через визуализацию явлений, описанных в условиях физических задач	The article describes the content of several project works that can be performed by students in the era of the pandemic
DOI 10.47639/0130-5522_2022_2_20	

Одной из основных проблем при обучении физике в образовательных учреждениях является формирование умений решать физические задачи. Сегодня ведется поиск технологий, позволяющих сделать эту деятельность более привлекательной: с помощью игровых технологий, реализуемых в виртуальной среде [1], метода перехода от развернутых рассуждений к свернутым решениям [2], метода ключевых ситуаций [3, 4], с использованием идей математического и физического моделирования [5], с помощью визуализации учебной информации. Исследования показывают, что визуальная информация запоминается и воспроизводится быстрее; человек сохраняет в памяти 80% увиденного или сделанного, 30% прочитанного и 10% услышанного [6–8]. Визуализация учебной информации может быть успешно использована в процессе преподавания физики с целью повышения эффек-

тивности ее изучения школьниками, в том числе и при обучении решению физических задач.

К примеру, природу протекания электрического тока в цепи при последовательном и параллельном соединениях можно представить в виде текущей по трубам жидкости, а дисперсию света — в виде мясорубки, которая белый свет разлагает в спектр, цвета в виде гоночных машинок, объезжающих трассу под разными углами и на некоторых расстояниях друг от друга. В этом случае визуализация является дополнением к традиционному методу обучения физике, способствуя более качественному усвоению дисциплины [9].

В связи с тем, что сегодня школы имеют достаточную учебно-техническую оснащенность, возможности и способы реализации визуализации многообразны: от наглядных поделок до компьютерных моделей, созда-

ния и использования gif-анимаций, видеороликов, программных пакетов и т.п., не исключая использования обширных ресурсов сети Интернет.

Поиски эффективных технологий обучения учащихся во многом направлены на активизацию мышления новыми технологическими подходами, ориентированными на разработку новых информационных технологий. С развитием цифровой техники и программных продуктов взаимодействие компьютера и человека стало доступным. В рамках нашей работы компьютер рассматривается как средство, с помощью которого можно, в частности, реализовать визуализацию изучаемых физических явлений, особенно при обучении решению физических задач.

Таким образом, педагогу предоставляется возможность не просто решать с учащимися физические задачи, но и готовить в специальной программе gif-анимации к решаемым задачам. Опыт показал, что для создания простейших анимированных моделей можно использовать бесплатные программы Open-source 2D Animation Software, онлайн 3D редактор Google SketchUp, программный софт FinalRender, который позволяет создавать эффекты, разнообразные программы для создания 3D моделей — Wings 3D, AKVIS NatureArt и многое другое. Самая же удобная и простая программа в использовании, не требующая навыков программирования и анимирования, — Pencil2D [10]. С ее помощью можно совместить ряд статичных изображений, отображающих поэтапное протекание процесса, которое во многих случаях может быть не понятно учащимся вследствие абстрактности и отвлеченности от обычных представлений.

Наиболее наглядно это можно продемонстрировать на примере обучения решению задач по теме «Волновая оптика». Данная тема в школьном курсе физики является достаточно трудной для усвоения по сравнению с геометрической оптикой. Основам этого раздела уделено серьезное внимание

как в VIII классе в рамках темы «Световые явления», так и в XI классе в главе «Оптика». В то же время свойства световых волн изучаются только в XI классе, что отражается на уровне усвоения теоретического материала, способности к исследованию волновых процессов и на умении решать физические задачи. В контрольно-измерительных материалах ЕГЭ по физике последних лет раздел «Волновая оптика» представлен в заданиях повышенного и высшего уровней, где процент выполнимости обычно ниже 35% [11]. В связи с этим следует сделать вывод о том, что необходимо оптимизировать процесс усвоения раздела [12].

На первых уроках по решению задач на волновые свойства света оптимальным будет использовать созданную анимацию для объяснения ситуации, описанной в задаче. При отсутствии нужного оборудования, времени и человеческих ресурсов ее можно использовать для проведения лабораторной работы. В дальнейшем для активизации знаний используются совместно созданные с учениками образы и gif-анимации, характеризующие основные явления и понятия раздела. Опыт обучения в период первой изоляции пандемии COVID-19 показал, что для этих целей можно использовать разнообразные платформы и даже социальные сети для создания площадки, где в общем доступе будут находиться работы и проекты учащихся, например, «Google-диск», LMS Moodle, группа VK и другие. Учитель при данном подходе к обучению учащихся играет три существенные роли: является «примером деятельности» (показывает впервые способ решения с помощью анимации), «куратором деятельности» (помогает ученикам овладеть умениями) и «критиком» (оценивает работу каждого ученика или группы учащихся в их попытке представить свое решение). Ученик может продемонстрировать свое собственное видение ситуации и теоретического материала, что является конечной целью обучения. Итогом его работы будут результаты мыслительной деятель-

ности и продукт, который он будет «защищать».

Рассмотрим эту методику на примерах. Так как раздел «Волновая оптика» проще рассматривать по тематическим линиям, то целесообразно начать его с интерференции света. Особенность данного явления заключается в объяснении ряда понятий: наложение волн, когерентность, главный максимум, максимумы и минимумы интенсивности света. На основе данных понятий происходит объяснение явлений интерференции и дифракции световых волн. Первые так называемые типовые задачи всегда решаются и подробно анализируются вместе с классом, так как именно они являются основанием для формирования умения решать задачи.

Рассмотрим пример такой типовой задачи.

Задача 1. В опыте Юнга расстояние между щелями $d = 1$ мм, а расстояние l от щелей до экрана равно 3 м. Определите: 1) положение первой световой полосы; 2) положение третьей темной полосы, если щели освещать монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм.

Начинаем с анализа ситуации, описанной в задаче: объясняем явление, затем — понятие. Показываем демонстрацию (gif-анимацию) и обсуждаем с учениками ситуацию: Томас Юнг опубликовал данные об опыте в 1803 г., тем самым доказывая волновую природу света и демонстрируя явления интерференции и дифракции. (Так как в письменном варианте невозможно показать анимацию, мы опишем процесс решения задачи, сделав сноску на «площадку», где можно просмотреть и взять анимированные картинки.) Взяв «стоп-кадры» gif-анимаций, учитель с учениками изучает конкретный временной промежуток явления. Не менее плодотворной деятельностью будет самостоятельное создание учеником gif-анимации, объясняющей понятия или ситуацию, тем самым побуждая его глубже проникнуть в теоретический материал.

Так, на рисунке 1 показан стоп-кадр анимации, где видно, что от источника света идут волны с разной частотой и постоянно меняющейся разностью фаз. Щель первой ширмы, до которой дошли волны, становится источником вторичных волн, которые, в свою очередь, являются когерентными.

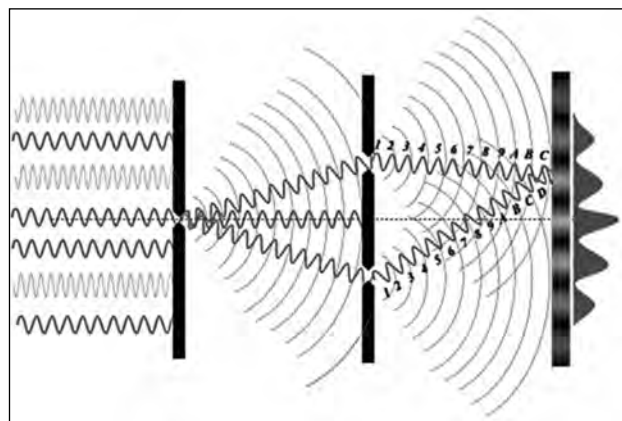


Рис. 1. Опыт Юнга

Проходя через щели второй ширмы, когерентные волны складываются друг с другом, образуя максимумы и минимумы освещенности на экране, в зависимости от фазы волн, встречающихся в том или ином месте экрана.

На экране получается целый ряд чередующихся интерференционных полос: если исходить из того, что свет состоит из частиц, то на экране были бы две параллельные полосы, но опыт говорит об обратном. Согласно принципу Гюйгенса каждая щель является источником вторичных волн, которые достигают каждой точки в одной фазе, их амплитуды в середине экрана сложатся, что создаст максимум яркости, называемый главным максимумом интерференции.

Боковые максимумы расположатся симметрично по обеим сторонам в тех точках, где разность хода световых пучков равна целому числу волн (четному числу полу-волн). Аналогично и минимумы, — на схематических рисунках их изображают в виде «ямок».

Далее отвечаем на все возникающие во-

просы и предположения учащихся, записываем данные задачи, выводим формулы, с помощью которых определяем положение первой светлой полосы

$$(x_{1 \max} = \pm \frac{l\lambda}{d})$$

и положение третьей темной полосы

$$(x_{3 \min} = \pm(2m + 1) \frac{l\lambda}{2d}, \text{ где } m = 3),$$

по которым делаем математические вычисления, получаем ответ и анализируем его. Делаем выводы, связываем с жизнью и практическими применениями. Из рисунков и gif-анимации учащиеся делают вывод, что для наблюдения интерференционной картины необходимы условия: когерентность источника света, определенная ширина щелей, определенное расстояние между щелями. Просим учащихся сделать похожий проект: решить задачу на данное явление с измененной ситуацией, чтобы проверить ход рассуждений. Таким образом, в процессе решения задачи учитель объясняет теоретический материал и демонстрирует особенности волновой природы света.

Еще одним явлением света, доказывающим волновую природу света, является дифракция — огибание световыми волнами препятствий. Наблюдение явления в жизни представляет большие трудности, так как длины волн света чрезвычайно малы и не могут наблюдаться без специального оборудования. Используя gif-анимацию, можно показать и объяснить явление простым и управляемым способом.

Задача 2. Определить угол отклонения лучей зеленого света ($\lambda = 0,55 \text{ мкм}$) в спектре первого порядка, полученном с помощью дифракционной решетки, период которой равен $0,02 \text{ мм}$.

Анализируем задачу, определяем технику наблюдения дифракционной картины. Дифракционная решетка является препятствием для световых лучей, причем каждый прозрачный участок решетки становится вторичным источником когерентных свето-

вых волн. Собирающая линза направляет лучи одного направления от вторичных источников в одну точку экрана. В зависимости от разности хода этих лучей мы наблюдаем результат их наложения: максимумы и минимумы освещенности на экране. Строим кадрковую gif-анимацию явления.

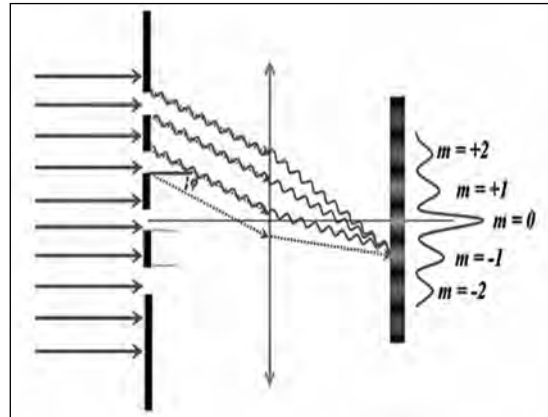


Рис. 2. Дифракция на решетке

В нашем случае это максимумы первого порядка. Из условия максимумов определяем:

$$d \cdot \sin \varphi = \pm m\lambda \text{ и } \sin \varphi = \frac{m\lambda}{d}.$$

Подстановка данных приводит к значению

$$\sin \varphi = \frac{1 \cdot 5,5 \cdot 10^{-7}}{2 \cdot 10^{-5}} = 2,25 \cdot 10^{-2}$$

и окончательному ответу $\varphi = 1,5^\circ$.

В ходе решения задачи по данной методике у обучающихся формируется видение сути физических процессов, описываемых теми или иными фундаментальными физическими теориями.

Использование технологии визуализации при обучении решению задач по теме «Волновая оптика» с помощью создания gif-анимаций позволяют педагогу отобразить физические процессы, протекающие с очень большими скоростями, в замедленном темпе; сделать невидимое видимым, дополняя, таким образом, традиционный метод обучения физике, поднимая его на более высокую качественную ступень. В конечном счете,

это будет способствовать лучшему усвоению теоретического материала и его использованию при обучении решению задач.

Литература

1. *Оспенникова Е.В., Оспенников Н.А., Капись Д.М.* Игровые технологии обучения на занятиях по решению физических задач // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Серия: Информационные компьютерные технологии в образовании. — 2017. — № 13. — С. 75–97.

2. *Вайзер Г.А.* К проблеме формирования у школьников умений решать физические задачи // Реализация требований ФГОС при обучении физике: Материалы Международной научно-практической конференции, Омск, 16–17 ноября 2015 года / Под редакцией С.А. Суровкиной. — Омск: ООО «Полиграфический центр КАН», 2015. — С. 172–180.

3. *Курочкин А.И.* Понятие учебной ключевой задачи по физике // Физика в школе. — 2018. — № 8. — С. 16–20.

4. *Сабирова Ф.М., Имамова А.М.* Использование метода ключевых ситуаций при обучении решению задач по физике // Актуальные научные исследования в современном мире. — 2021. — № 5–7 (73). — С. 134–137.

5. *Ларченкова Л.А., Шурухин В.О.* Обучение учащихся элементам моделирования в ходе решения задач на электрические схемы с конденсаторами // Физика в школе. — 2016. — № 3. — С. 48–52.

6. *Сорока О.Г., Васильева И.Н.* Визуализация учебной информации [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://kniga.lib-i.ru/26raznoe/204109-1-soroka-vasileva-obrazovatelnyy-process-stroitsya-peredache-informacii-poetomu-mnogie-uchenie-obr.php> (дата обращения 26.09.2021).

7. *Губернаторова Л.И.* Визуализация учебной информации по физике как фактор повышения качества знаний в условиях личностно-ориентированной педагогики // Вестник Владимирского государственного университета им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. Серия: Педагогические и психологические науки. — 2015. — № 20 (39). — С. 27–37.

8. *Залесский М.Л.* Визуализация преподавания физики как средство повышения эффективности ее изучения школьниками // Школьные технологии. 2020. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vizualizatsiya-prepodavaniya-fiziki-kak-sredstvo-povysheniya-effektivnosti-eyo-izucheniya-shkolnikami> (дата обращения 26.09.2021).

9. *Кронс А.* Современные методы визуализации физических явлений в средней школе [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.myshared.ru/slide/948816/> (дата обращения 26.09.2021).

10. *Иванова Е.П., Латилов З.А.* Формирование у учащихся умения решать задачи с помощью визуализации при изучении темы «волновая оптика» // Перспективы развития высшей школы: материалы I Международной научно-практической конференции, Тюмень, 25 сентября 2020 года. — Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2020. — С. 206–210.

11. Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный институт педагогических измерений» (ФИПИ). Официальный сайт. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://fipi.ru/> (дата обращения 14.09.2021).

12. *Данилов О.Е.* Изучение интерференции с помощью компьютерного моделирования // Дистанционное и виртуальное обучение. — 2013. — № 9 (75). — С. 50–58.

