

УДК 372.853, 535.337

**С.В. ЧУГУНОВ<sup>1</sup>, Э.В. ЧУГУНОВА<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Брест, БрГТУ

<sup>2</sup>Брест, Гимназия № 4

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ**

Современный мир требует новых подходов в обучении. Образовательное пространство невозможно представить без использования новых информационных технологий. Среди всех учебных дисциплин физика – один из наиболее поддающихся компьютеризации предметов. При организации исследовательской деятельности учащихся на стимулирующих занятиях по физике в школе возможно использование различных современных образовательных технологий, методов и приемов. В последние годы в процессе обучения в школах на уроках, факультативных и стимулирующих занятиях по физике широко используется компьютерное мультимедийное оборудование, интерактивные доски. Благодаря этому учитель может продемонстрировать сложные физические опыты, демонстрации, схемы, графики, модели и т.д. Компьютерные технологии постоянно совершенствуются, появляются новые способы их применения. На современном уроке физики иногда возможно включение в учебный процесс компьютерного моделирования – более сложного, но очень эффективного способа использования компьютерных технологий.

На наш взгляд, учащиеся III ступени образования, изучающие физику и математику на повышенном уровне, опираясь на свои знания в области программирования, способны успешно включаться в научную работу, выполнять моделирование многих физических явлений и процессов. Эти виды деятельности способствуют пониманию ценности знаний, мотивируют познавательную деятельность учащихся и профессионально их ориентируют. Разумное использование компьютерных моделей на уроках физики дает возможность качественно проиллюстрировать и/или проанализировать какое-либо физическое явление.

При обобщении учебного материала по теме «Оптика» на факультативных и стимулирующих занятиях по физике в 11 классе можно использовать программный продукт «COMSOL MULTIPHYSICS». Это один из современных программных продуктов, который позволяет осуществлять моделирование разнообразных физических процессов и решать широкий спектр физических задач высокого уровня, начиная от задач по теплопро-

водности и заканчивая распределением электромагнитного излучения в различных средах.

Мы применили данную программу для моделирования узконаправленного фотонного пучка в диэлектрических оптически прозрачных микроструктурах цилиндрической и сферической форм [1; 2]. Фотонный нанопучок представляет собой узкий, высокоинтенсивный электромагнитный пучок, который распространяется от теневой боковой поверхности диэлектрического микроцилиндра (или микросферы), освещенного плоской волной. Пучки образуются в результате интерференции между падающей плоской волной и световым полем, рассеянным сферой или цилиндром [3; 4].

При моделировании учащиеся использовали навыки работы в графическом редакторе Paint, создали граничную область, создали двухмерную модель микрорезонатора, задали параметры системы: показатель преломления среды (в которой находится микрорезонатор), показатель преломления самого микрорезонатора и его размеры, задали длину падающей световой волны. После выполнения этих процедур произвели расчет. Стоит отметить, что все расчетные формулы, благодаря которым определяется интенсивность рассеянного света, уже встроены в программу. Поэтому работа с программой не требует глубоких знаний в этой области и ее способен выполнить даже школьник. Однако для таких расчетов требуется высокопроизводительный компьютер с большим объемом оперативной памяти. Программное и техническое обеспечение данного исследования было бы не возможно без сотрудничества гимназии с кафедрой физики БрГТУ.

Важно, что, изменяя вышеперечисленные параметры системы (один или несколько), можно добиться требуемой конфигурации пучка. Т.е. можно изменить важные характеристики пучка, такие как относительная интенсивность рассеянного света, расстояние от пучка до микрорезонатора, геометрия пучка (его форма и размеры).

Применяя вышеописанный метод, учащиеся осуществили численное моделирование фотонных нанопучков от микрорезонатора диаметром 12 мкм, облучая его светом с различной длиной волны.

В результате численного моделирования продемонстрировано, что распределение рассеянного микролинзами излучения существенно изменяется с изменением возбуждающей длины волны или относительного показателя преломления, хотя фотонные нанопучки не являются результатом резонансного эффекта. Выявленные зависимости позволяют подобрать такие диаметры преломляющих цилиндров или сфер, при которых происходит усиление интенсивности центрального дифракционного максимума и уменьшение интенсивности других дифракционных максимумов, а также уменьшение ширины фотонного пучка.

Полученные конфигурации смоделированных пучков и их интенсивности хорошо согласуются с результатами реальных экспериментов, проводимых в физических лабораториях, что подтверждает эффективность наших расчетов.

Результаты наших исследований могут найти применение в дальнейших фундаментальных исследованиях оптических микрорезонаторов и элементов новых устройств оптоэлектроники на их основе, а также в прикладных исследованиях, направленных на поиск способов повышения плотности оптической записи, разработки интегрированных оптоэлектронных элементов для телекоммуникационных систем и создании новых оптических сенсоров, применяемых в медицине на клеточном уровне.

В наши планы входит продолжение исследований в этом направлении. В перспективе мы хотели бы произвести численное моделирование фотонного нанопучка в системе оптически связанных микрорезонаторов.

Включение учащихся в сложную научную деятельность с использованием компьютерного моделирования приближает их к современной науке, стимулирует учащихся к активной познавательной деятельности.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Itagi, A. V. Optics of photonic nanojets / A. V. Itagi, W. A. Challener // *J. Opt. Soc. Am. A.* – 2005. – Vol. 22, № 12. – P. 2847–2858.
2. Моделирование фотонного пучка в сферическом микрорезонаторе / Ю. П. Ракович [и др.] // *Вестн. Брест. гос. техн. ун-та.* – 2010. – № 5 : Физика, математика, информатика. – С. 82–85.
3. Фотонные пучки в сферических микрорезонаторах / К. И. Русаков [и др.] // *Оптика неоднородных структур : тр. III Междунар. науч.-практ. конф.* – Могилев, 2011. – С. 71–73.
4. Simulation of photonic jets in the microcylinders / K. I. Rusakov [et al.] // *Актуальные научные проблемы теоретической и экспериментальной физики, астрономии и космонавтики : сб. материалов межвуз. науч. конф., посвящ. 50-летию первого полета человека в космос.* – Брест, 2011. – С. 56–60.