

5,67 % до 2,85 % и от 9,34 % до 6,01 %. При этом толщина верхнего волноводного слоя для пяти и десяти квантовых ям соответственно изменяются от 20 до 135 нм и от 5 до 80 нм, а нижнего – от 5 до 45 нм и от 5 нм до 55 нм. Длина диффузии неравновесных носителей заряда в слоях на основе AlGaIn примерно равна 100 нм [7], что позволяет использовать данные гетероструктуры для лазеров с оптической накачкой.

Увеличение фактора оптического ограничения позволяет понизить порог генерации оптически накачиваемых лазеров.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bergmann, M. J. Optical-field calculations for lossy multiple-layer  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$  laser diodes / M. J. Bergmann, and H. C. Casey, Jr. // J. Appl. Phys. – 1998. – Vol. 84, Iss. 3. – P. 1196–1203.
2. Калиткин, Н. Н. Численные методы / Н. Н. Калиткин. – Москва : Наука, 1978. – 512 с.
3. Тарасюк, Н. П. Фактор оптического ограничения и пороговые условия генерации оптически накачиваемых полупроводниковых лазеров на квантоворазмерных структурах InGaIn/GaN, выращенных на кремниевых подложках / Н. П. Тарасюк, А. А. Гладыщук, Е. В. Луценко // Вестник БГТУ. – 2002. – № 5: Физика, математика, химия. – С. 8–13.
4. Адамс, М. Введение в теорию оптических волноводов / М. Адамс. – Москва : Мир, 1984. – 512 с.
5. Optical constants of epitaxial AlGaIn films and their temperature dependence. / D. Brunner [et al.] // J. Appl. Phys. – 1997. – Vol. 82, № 10. – P. 5090–5096.
6. Weber, M. J. Handbook of Optical Materials / M. J. Weber. Boca Raton, Flo. : CRC Press. – 2003. – 499 p.
7. Gonzalez, J. C. Minority-carrier diffusion length in a GaN-based light-emitting diode / J. C. Gonzalez, K. L. Bunker, P. E. Russell // Appl. Phys. Lett. – 2001. – Vol. 79, № 10. – P. 1567–1569.

УДК 37.018.4

### ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УЧАЩИХСЯ КАК СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ПОТРЕБНОСТИ ПЕДАГОГА В НЕПРЕРЫВНОМ ОБРАЗОВАНИИ

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

<sup>1</sup> г. Брест, УО «Брестский государственный технический университет»

<sup>2</sup> г. Брест, государственное учреждение образования  
«Гимназия № 4 г. Бреста»

Научно-технический прогресс, быстрое внедрение науки во все сферы жизни и производства требуют вовлечения молодых людей в научно-исследовательскую деятельность уже в условиях школьного образования. Выпускник современной школы должен иметь не только широкий теоретический кругозор, но и опыт творческого подхода к решению различного рода задач. Школа является основным местом проявления и реализации творческих способностей детей. Учитель современной школы одной из основных задач в организации учебно-воспитательного процесса считает необходимым стимулировать не только учебно-познавательную деятельность, но и развивать исследовательские начала в любой деятельности

ученика. Педагогическое мастерство учителя часто определяется его умением мотивировать учащихся на поиск нового, стимулировать и развивать исследовательские качества ребенка. Вовлечение учащихся в исследовательскую работу является обязательным требованием в работе учителя.

Знания и умения, необходимые для организации исследовательской деятельности, в будущем станут основой для организации научно-исследовательской деятельности учащихся в вузах, колледжах, техникумах и т. д. Элементы исследовательской деятельности учащихся присутствуют абсолютно на всех уроках по всем предметам.

Уроки физики обладают большим потенциалом для организации исследовательской деятельности.

Организация исследовательской деятельности требует особой подготовки учителя. Учитель должен глубоко владеть научным знанием по исследуемой теме, методологией научного исследования и умением организовать поисковую деятельность ученика. Все это требует непрерывного повышения собственного образовательного уровня.

При организации исследовательской деятельности учащихся по физике в школе возможно использование различных современных образовательных технологий, методов и приемов. В последние годы в процессе обучения в школах 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. Благодаря сотрудничеству с кафедрой физики БрГТУ учащиеся ГУО «Гимназия № 4 г. Бреста» занимались компьютерным моделированием нанопучков и работали с серьезным программным продуктом «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 теплопроводности и заканчивая распределением электромагнитного излучения в различных средах.

После знакомства учащихся с данным программным продуктом возникла идея подготовки научно-исследовательской работы по теме «Моделирование распределения электромагнитного поля в диэлектрических микроструктурах». Мы применили программу «COMSOL MULTIPHYSICS» для моделирования узконаправленного фотонного пучка в диэлектрических оптически прозрачных микроструктурах цилиндрической и сферической форм.

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. Важно, что, изменяя 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).

В результате численного моделирования продемонстрировано, что распределение рассеянного микролинзами излучения существенно изменяется с изменением возбуждающей длины волны или относительного показателя преломления. 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 [1], что подтверждает эффективность наших расчетов.

Результаты моделирования могут найти применение в дальнейших фундаментальных исследованиях в области оптических микрорезонаторов, при разработке на их основе новых устройств оптоэлектроники, а также в прикладных исследованиях, направленных на поиск способов повышения плотности оптической записи, разработки интегрированных оптоэлектронных элементов для телекоммуникационных систем и создания новых оптических сенсоров, применяемых в медицине на клеточном уровне [2].

Исследовательская работа учащегося гимназии № 4 г. Бреста по теме «Моделирование распределения электромагнитного поля в диэлектрических микроструктурах» была оценена дипломами I степени на международном (г. Брест, 2016 г.) и II степени на областном конкурсе исследовательских работ учащихся (г. Береза, 2017 г.)

Научное руководство данным исследованием потребовало от учителя глубокого изучения теоретического материала, анализа научной литературы, знакомства с современными исследованиями, консультаций у ведущих специалистов университета по проблеме исследования, участия в научных конференциях по смежным тематикам, глубокого изучения программного продукта.

Организация научно-исследовательской деятельности заставляет учителя постоянно заниматься самообразованием. Учитель должен следить за современными тенденциями развития науки, постоянно совершенствовать научно-практический потенциал.

#### **СПИСОК 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. Ракович, Ю. П. Моделирование фотонного пучка в сферическом микрорезонаторе / Ю. П. Ракович [и др.] // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2010. – № 5: Физика, математика, информатика. – С. 82–85.