

**ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ ШКОЛЬНИКОВ В РАМКАХ ФАКУЛЬТАТИВНОГО КУРСА
«ВВЕДЕНИЕ В НАНОТЕХНОЛОГИЮ»**

Лобова Лада Павловна, учитель физики, соискатель кафедры САУ Международного Университета природы, общества и человека «Дубна»

*МОУ Дмитровская средняя общеобразовательная школа №1 им. В.И.Кузнецова,
Россия, 141800, Московская область, г. Дмитров, ул. Школьная, 11*

Михаил Федорович Гребенкин, доктор технических наук, профессор кафедры информатики и прикладной математики

*Международный университет природы, общества и человека «Дубна», филиал «Дмитров»,
Россия, 141800, Московская область, г. Дмитров, ул. Махалина, 15*

Современная образовательная система в России в своей основе использует метод информационного изложения материала учителем и репродуктивной деятельности учащихся. Однако такая система образования формирует хороших знатоков-исполнителей, среди которых нечасто появляются творческие личности, мыслящие нетривиально.

Современный мир очень сложен, стремителен и динамичен. Требования этого мира к выпускнику школы высоки: от него требуется обладание высокой степенью компетентности, творческой подготовленности к самостоятельной жизни и профессиональной деятельности. Поэтому одним из основных результатов деятельности образовательного учреждения должна стать, несомненно, система знаний, умений, навыков выпускника, но еще кроме этого выпускник должен иметь ряд ключевых компетенций, умение творчески использовать их в различных сферах жизни [1,102]. Человек все чаще оказывается в новых для себя ситуациях, где готовые рецепты не работают. Исследовательский же навык, приобретенный в школе, поможет ее выпускнику быть успешным в любых ситуациях.

Одним из методов решения этой задачи является участие школьников в исследовательской деятельности. В педагогике известен "исследовательский метод обучения". Метод предусматривает организацию поисковой познавательной деятельности учащихся путем постановки учителем познавательных и практических задач, требующих самостоятельного творческого решения [2,386]. Также в ходе исследовательской деятельности решаются следующие задачи:

- раннее раскрытие интересов и склонностей учащихся к исследовательской деятельности, создание оптимальных условий для реализации их творческого потенциала;
- профессиональная ориентация учащихся;
- подготовка школьников к самостоятельной исследовательской работе;
- создание условий для вовлечения в исследовательскую деятельность учащихся разных возрастов для их совместной работы с профессиональными исследователями;
- проведение исследований, имеющих практическое значение, разработка и реализация исследовательских проектов;
- пропаганда достижений науки, техники, культуры.

В Дмитровской школе №1 исследовательская работа проводится в рамках дополнительного, факультативного курса «Введение в нанотехнологии».

Нанотехнологическое направление весьма сложно с научной и технической точек зрения. В последние 10-15 лет приставка «НАНО» прочно вошла в современный научно-технический обиход. Термины «нанотехнологии», «наноматериалы» и др. уже не кажутся странными, и нанотехнологии – переход на наноразмеры при создании устройств и систем в диапазоне размеров атомов – это дело уже не будущего, а настоящего времени.

Нанотехнологический подход означает целенаправленное регулирование свойств объектов на молекулярном уровне. В идеальном варианте при использовании принципов самоорганизации вещества материалы должны создаваться «снизу вверх», в отличие от практи-

куемого подхода к ультраминиатюризации «сверху вниз» (когда мелкие объекты создаются из крупных, например, путем измельчения).

Очевидно, что нужно *специально* готовить людей для работы в области нанотехнологий. Готовить узких специалистов в тех или иных областях знаний умеют давно. Но в случае подготовки кадров для работы в области нанотехнологий принципиальной особенностью является подготовка специалистов с широким взглядом на мир, исповедующих идею *единства* мира, глубоко понимающих атомно-молекулярное устройство мира. Кроме того, осознанное манипулирование атомами и молекулами невозможно без знания квантовой механики. Следует иметь в виду и прогнозируемое проникновение нанотехнологий буквально во все отрасли человеческой деятельности, что обуславливает, так сказать, *широту* охвата в подготовке специалистов [3,17].

Непосредственная деятельность в области нанотехнологий в школе невозможна из-за чрезвычайной сложности экспериментального оборудования, что затрудняет работу с детьми, которым важна наглядность. И в этой ситуации хорошим помощником является исследовательская деятельность, которая имеет четкую структуру, состоящую из логически взаимосвязанных между собой тем, причем всю работу объединяет единое направление – молекулярное моделирование и конструирование. При таком подходе решается вопрос систематизации знаний учащихся по нанотехнологической тематике, раскрывается логическая целостность курса, закрепляются и преумножаются навыки школьников в молекулярном моделировании и конструировании.

Молекулярное моделирование достаточно хорошо развито. Когда мы рисуем химические формулы и химические структуры на уроках химии в школе, мы уже имеем дело с плоскими моделями реальных веществ. Очень популярен молекулярный конструктор Лэнгмюра-Блоджетт [4,23], который даёт уже трёхмерный, а, значит, и более наглядный и информативный образ молекулы.

Первоначальный этап исследовательской работы учащихся имеет цель смоделировать ряд простых молекул, изучить их свойства, провести сравнительный анализ способов моделирования. Здесь используется рисование моделей молекул, лепка из пластилина, работа с молекулярным конструктором Лэнгмюра-Блоджетт, виртуальным молекулярным конструктором. Базой молекулярного моделирования являются основные положения МКТ.

Вторым этапом исследовательской работы школьников является знакомство с популярными нанотехнологическими объектами, каковыми, например, являются фуллерены, углеродные нанотрубки, графен [5]. Последний объект наиболее привлекателен для наших целей в виду относительной простоты его структуры и необычности свойств. То, что графен содержит только атомы углерода, делает его простой (нет нужды отвлекаться на анализ взаимодействия атомов разных химических элементов) и весьма поучительной структурой, поскольку позволяет провести сравнительный анализ плоских углеродных молекулярных структур с небольшим количеством бензольных колец, таких как бензол, нафталин, антрацен, тетрацен и т. п., самого графена, который тоже является плоской (двумерной) структурой, составленной из очень большого количества бензольных колец, и ближайшего трёхмерного «родственника» графена – графита, свойства которого знакомы школьникам из курса физики. Возможно развитие этого анализа в направлении от графена к углеродным трубкам, которые состоят из тех же бензольных колец, но, где прежде плоская структура (графен), оказалась свёрнутой в трубку. Выход на фуллерены также кажется естественным, хотя структура последних очевидно сложнее. Если этот этап сравнительного анализа успешно пройден, то можно обратиться и к другим углеродным структурам, уже не содержащим бензольные кольца и сопряжённые связи: аморфной саже и кристаллическому алмазу (знакомым для школьников объектам), тем более, что алмазные шарики наноразмеров уже получены и их свойства оказались весьма интересными.

Специально для данной работы была создана простая компьютерная модель, позволявшая моделировать построение графеновой плоскости, начиная с одного бензольного кольца [6]. Было важно и само моделирование, в процессе которого ученик ещё и ещё раз

корректировал своё представление о молекулярной структуре нанобъекта, и возможность в процессе моделирования знакомиться с физическими свойствами графена и других объектов (в том числе нанобъектов) насколько это возможно сделать на базе школьного образования.

На представленных скриншотах (рис. 1- 5) продемонстрирована последовательная процедура сборки молекулы бензола, других веществ, состоящих из разного количества бензольных колец, например, коронена и, наконец, самого графена. Плоская и двумерная структура графена отчётливо видна на представленной модели.

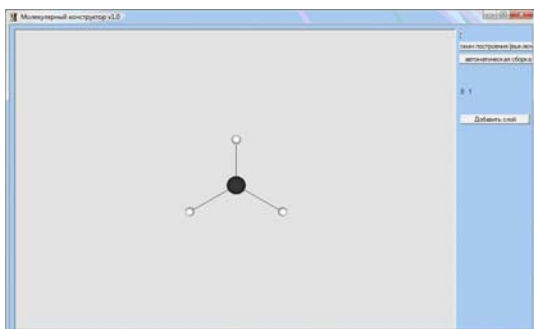


Рис. 1. Начальный этап работы с программой. Атом метана.

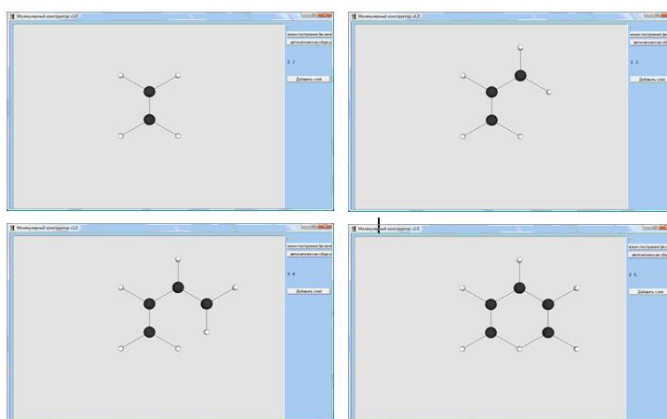


Рис. 2. Этапы построения молекулы бензола.

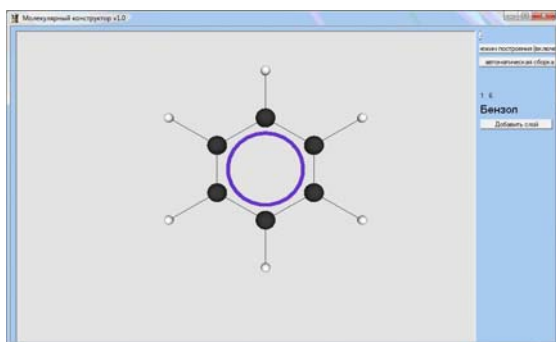


Рис.3. Построенная модель – молекула бензола. Синее кольцо означает цепь сопряжения.

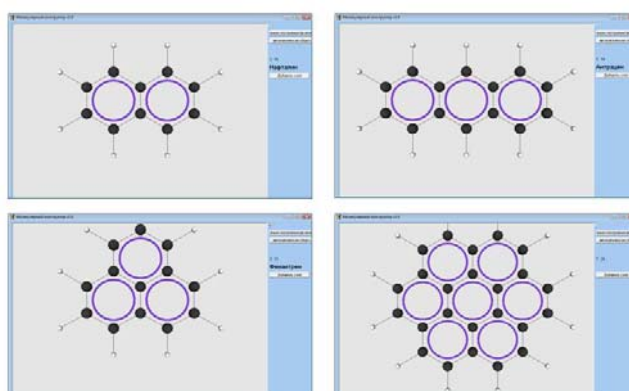


Рис. 4. Построенные модели молекул нафталина, антрацена, фенантрена и коронена.

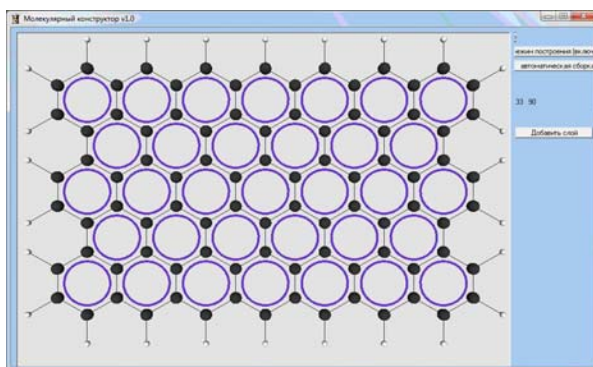


Рис. 5. Модель графена.

Третий этап исследовательской работы школьников посвящен тому, чтобы заложить основы правильного, *квантового* понимания свойств атома. В школах и во многих вузах до

сих пор преподают планетарную модель атома, которая с точки зрения квантовой механики некорректна. Никаких орбит, по которым вращаются электроны вокруг атома, не существует вовсе. Квантовая механика даёт только информацию о *вероятности* найти электрон в той или иной области в окрестности ядра. Эта вероятность даётся квадратом модуля волновой функции ψ , которую можно найти, решая уравнение Шредингера. Волновая функция определена в трёхмерном пространстве и обычно даётся не в декартовых, а в сферических координатах, что естественным образом отражает симметрию атома.

Чтобы квантовая электронная структура атома из абстрактного математического представления (математического выражения) превратилась в наглядный физический образ, необходимо затратить усилия. Не всем ученикам по силам вообразить пространственный вид волновой функции атома. Между тем, пространственный вид волновой функции, а, точнее, квадрата её модуля определяет характер межатомного взаимодействия и даёт важную информацию о возможных химических свойствах атома.

Помогает создать наглядный образ квадрата модуля волновой функции атома в процессе обучения школьников компьютерная трёхмерная модель.

С точки зрения физики исходными данными в данной работе являются приведённые в учебниках по квантовой механике выражения для волновой функции ψ атома водорода и других простейших атомных объектов и квадрата её модуля $|\psi|^2$. Компьютерное моделирование осуществлялось на языке Delphi 7 с использованием открытой графической библиотеки Open GL. Трёхмерная модель позволяла рассматривать и анализировать плотность электронного облака для атома водорода при различных значениях квантовых чисел n , l и m_z . (Рис. 6). Доступны профили сечения плотности электронного облака плоскостью, а также пошаговое построение этой плотности. Наглядность и простота модели вполне удовлетворительны [7].

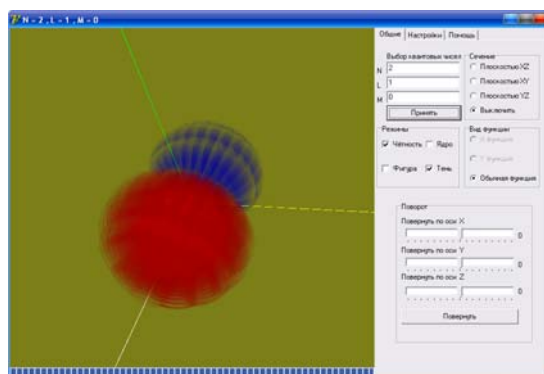


Рис. 6. Изображение плотности вероятности для квантовых чисел $n = 2, l = 1, m = 0$

Итоги этой работы были представлены на межрегиональных конференциях учащихся Дмитровского района в 2008, 2009 годах, на конференции школьников Дмитровского муниципального района по защите творческих работ «Проект года – 2009».

Работа по молекулярному моделированию и исследовательской деятельности в данном направлении будет продолжена.

Изучение курса «Введение в нанотехнологию», исследовательская работа в данном направлении способствует формированию у школьников современного научного мировоззрения, нового стиля мышления. Это попытка адаптировать к школьной практике преподавание нового курса, в основе которого лежит молекулярное моделирование как метод визуализации и исследования строения вещества.

Литература.

1. Захарьева Н.Л., Хозиев В.Б., Ширков П.Д. Моделирование и образование // Математическое моделирование, том 11, №5, 1999.
2. Российская педагогическая энциклопедия: В 2 тт. /Гл. ред. В.В. Давыдов. - М.: Большая Российская энциклопедия, 1993. - Т1.
3. Гребёнкин М. Ф., Лобова Л. П. Нанотехнологии и школьное образование // Прикладная информатика, №2, 2008.
4. Лобова Л. П. Нанотехнологии и школьное образование // Физика в школе, №3, 2009.
5. www.nanometer.ru
6. Гребёнкин М. Ф., Лобова Л. П. Молекулярное моделирование плоских углеродных структур от бензола до графена в образовательных целях // Системный анализ в науке и образовании, электронный журнал. (Статья в печати).
7. Гребёнкин М. Ф., Лобова Л. П. 3-d моделирование электронной плотности водородоподобных атомов // Системный анализ в науке и образовании, электронный журнал. (Статья в печати).