

ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СТУДЕНТОВ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ

Анна ГОДЛЕВСКАЯ, Валентина ШОЛОХ

Описана логическая схема реализации учебного проекта «Квантовомеханическое описание состояний движения микрочастицы». В проекте предусмотрено выполнение трёх лабораторных работ по курсу «Физика атома и атомных явлений» с применением компьютерного моделирования в условиях интерактивной деятельности студентов.

The logical scheme of implementation of the educational project "Quantum Mechanical Description of States of the Movement of a Microparticle" is described. Performance of three laboratory works on the course "Physics of Atom and Atomic Phenomena" with application of computer modeling in the conditions of interactive action of students is provided in the project.

В образовательном процессе современной высшей школы в целях совершенствования учебного процесса широко используются продукты информационных технологий. Обеспечивая условия для достижения дидактических целей с применением средств информационных технологий, преподавателям удаётся существенно расширить перечень учебных задач и разнообразить способы обучения. При этом важным аспектом учебного процесса становится выработка у студентов навыков использования программных приложений, что составляет одну из основных профессиональных компетенций современного специалиста. Однако во многих случаях использование информационных технологий в образовательном процессе выдвигается на первый план,

при этом основные дидактические, воспитательные цели, ориентированные на развитие интеллектуального компонента творческих способностей учащихся, оказываются в числе второстепенных. При таком смещении акцентов потенциальные возможности информационных технологий не реализуются в полной мере, и эффективность трудоёмкой учебно-методической работы, выполненной преподавателем, и образовательной деятельности студентов оказывается невысокой.

Авторы настоящей статьи считают, что при инновационном усовершенствовании учебной среды компьютерные приложения, используемые в целях воспитания творческой личности, способной к самообразованию и саморазвитию, следует рассматривать как средство современного технологично организованного образовательного процесса.

При разработке методики проведения учебных занятий с использованием программных приложений мы основывались на методе проектов, суть которого состоит в прагматической направленности образовательной деятельности на результат, который можно получить при решении практически или теоретически значимой проблемы. Для достижения такого результата необходимо научить студентов самостоятельно мыслить, находить проблемы и решать их, привлекая знания из разных областей, прогнозировать результаты и возможные последствия реализации разных вариантов решения, устанавливать причинно-следственные связи [1]. Методологическую основу метода проектов составляют средства и приёмы интерактивного обучения.

Интерактивное обучение – это обучение, основанное на взаимодействии учащегося с учебным окружением, учебной средой, являющейся областью осваиваемого опыта, и на психологии человеческих взаимоотношений и взаимодействий, понимаемое как совместный процесс познания, когда знания добываются и систематизируются в совместной деятельности, через диалог и полилог [2].

Авторами настоящей статьи в рамках дисциплины «Физика атома и атомных явлений» разработана методика выполнения учебного проекта «Квантовомеханическое описание состояний движения микрочастицы», логическая схема которого представлена на рисунке 1. В проект на основе единой целевой направленности и общего метода выполнения включены три логически связанных части. В методическом отношении учебная деятельность студентов организуется в соответствии с заданиями, сформулированными в пособии [3].

В ходе реализации данного учебного проекта студенты, пользуясь программным приложением Mathcad, получают решения стационарного уравнения Шрёдингера для частицы, движущейся в прямоугольной одномерной потенциальной яме (часть 1); в области одномерного прямоугольного потенциального барьера заданной конфигурации (часть 2); для гармонического осциллятора (часть 3). В программе предусмотрено графическое отображение собственных значений энергии и распределений плотности вероятности обнаружить частицу «на фоне» потенциальной ямы, что существенно облегчает восприятие полученных решений и их физическую трактовку. Хотя указанные задачи являются простейшими модельными задачами квантовой механики, их решение имеет основополагающее методическое значение при изучении физики атома и атомных явлений и курса квантовой механики.

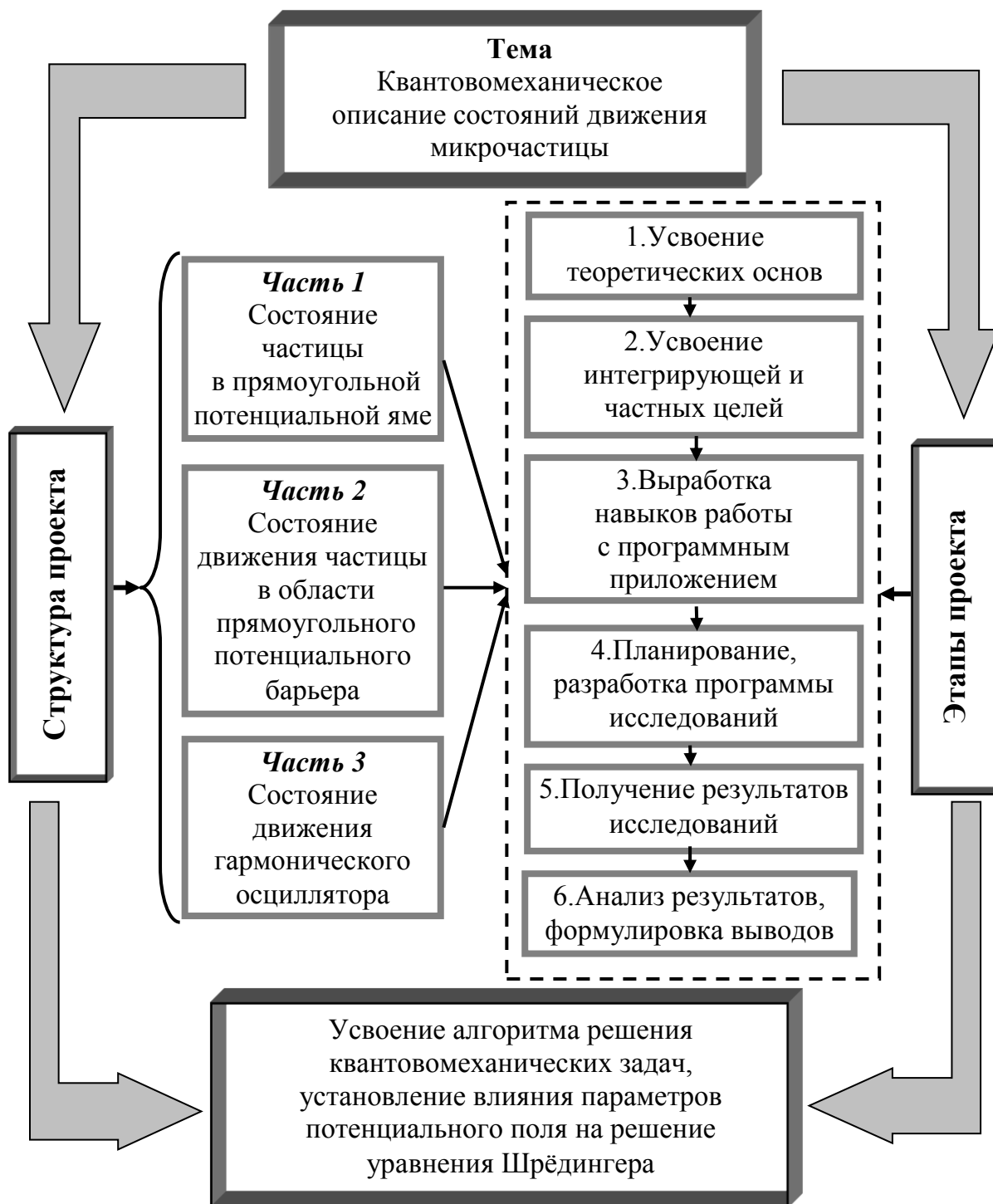


Рисунок 1. Логическая схема проекта «Квантовомеханическое описание состояний движения микрочастицы»

Интегрирующей целью проекта является усвоение студентами алгоритма решения *любой квантовомеханической задачи*, овладение методикой анализа влияния параметров частицы и потенциального поля на собственные функции и собственные значения оператора энергии частицы, осознание статистического смысла полученных решений и

приобретение опыта сравнения их с результатами решения соответствующих задач классической механики.

В методических указаниях к первой части проекта сформулированы задания, в соответствии с которыми в результате решения уравнения Шрёдингера для частицы, находящейся в прямоугольной потенциальной яме студентам необходимо установить, как *при увеличении ширины* потенциальной ямы, а также *при изменении относительной высоты барьеров*, ограничивающих область потенциальной ямы, изменяются следующие величины:

- число возможных состояний электрона;
- энергия электрона в основном состоянии;
- отношение вероятностей обнаружения электрона в области $x < 0$ и в области $x > a$ в его основном состоянии (с использованием метода графического интегрирования);
- величина $\frac{E_{i+1} - E_i}{E_{i+2} - E_{i+1}}$ (где E_i – полная энергия частицы в i -ом состоянии).

При выполнении второй части проекта для частицы, движущейся в области бесконечно широкого потенциального барьера, барьера конечной ширины и двухступенчатого барьера студенты получают решения стационарного уравнения Шрёдингера в виде графиков, на которых отображаются зависимости коэффициента прозрачности D потенциального барьера от его параметров. В частности, при изучении состояний движения частицы в области барьера конечной ширины студенты получают и анализируют решения в ситуации, когда полная энергия частицы E превышает высоту потенциального барьера U_0 ($E > U_0$), а также при обратном соотношении этих величин (при $E < U_0$). Результаты решения задачи об определении коэффициента прозрачности барьера представляются в виде графиков зависимостей $D(E)$ и $D(d)$, где d – ширина потенциального барьера.

Анализируя результаты выполнения работы при условии $E < U_0$ студентам необходимо установить, как от высоты и от ширины барьера зависит полная энергия частицы E , при которой коэффициент прозрачности барьера имеет заданное значение.

При условии $E > U_0$ студенты определяют значения ширины потенциального барьера, при которых коэффициент прозрачности барьера имеет одинаковое (заданное) значение при разных значениях полной энергии частицы: $D(E_1) = D(E_2)$. В этой части проекта необходимо также определить значения ширины d потенциального барьера, которым на кривых $D(d)$, рассчитанных при разных значениях полной энергии частицы при условии $E > U_0$, соответствуют максимумы *одного и того же порядка*, и определить значения длины волны де Бройля для частицы в соответствующих состояниях.

В третьей части проекта, используя решение стационарного уравнения Шрёдингера для гармонического осциллятора, студенты методом графического интегрирования определяют вероятность обнаружения осциллятора за пределами потенциальной ямы в

каждом из его стационарных состояний, анализируют влияние жёсткости осциллятора на разность энергий, соответствующих значениям колебательного квантового числа n и $n + 1$, и на вероятность обнаружения осциллятора, находящегося в основном состоянии, за пределами потенциальной ямы.

Каждая часть учебного проекта реализуется в шесть последовательных этапов (рисунок 1). Целью первого этапа является усвоение студентами теоретических основ квантовомеханического описания состояний движения микрообъекта, методики решения уравнения Шрёдингера применительно к частным задачам, осознание зависимости волновых функций и энергии частицы в стационарном состоянии от параметров частицы и потенциального поля. На втором этапе студентам следует осознать и дифференцировать интегрирующую и частные цели предстоящего исследования. На третьем этапе приобретаются навыки работы с программой.

После реализации действий, предусмотренных первыми тремя этапами, со студентами проводится собеседование. В процессе беседы студенты получают необходимые разъяснения и рекомендации, их внимание акцентируется на ключевых вопросах и особенностях квантовомеханического описания состояний частицы, сущности уравнения Шрёдингера, физическом смысле его решений. Таким образом, при выполнении каждой части учебного проекта оценивается качество усвоения материала и алгоритма действий, и готовность студентов к выполнению последующих его этапов.

Наиболее важным является четвёртый этап проекта, при выполнении которого студенты на основе индивидуально полученных «пробных» решений совместно выбирают такие значения параметров, при которых получение необходимых для анализа сведений достигается в результате минимального количества реализаций алгоритма, и составляют подробный план и программу выполнения каждой из частей проекта. На этом этапе в результате тесного взаимодействия членов бригады из двух – трёх студентов вырабатывается чёткое представление о содержании и программе работы, предстоящей для достижения целей каждой части проекта. В процессе контроля выполнения этого этапа преподаватель выдаёт рекомендации относительно систематизации получаемых результатов и наиболее рациональной формы их представления, удобной для анализа и последующей аргументированной формулировки выводов.

Количественно оценивая максимальную и (или) минимальную вероятность локализации микрочастицы, выхода её из потенциальной ямы, отражения от потенциального барьера и прохождения его, студенты на практике определяют значения координат, энергии и соответствующих коэффициентов, применяя метод трассировки (для существенного увеличения точности определения значений величин) и метод графического интегрирования распределения плотности вероятности обнаружить частицу. На этой основе студенты формулируют выводы о характере влияния каждого из варьируемых параметров на соответствующую физическую величину в использованных диапазонах значений. Результаты, полученные в рамках выполнения каждой части проекта, представляются в систематизированном виде в соответствии с заданием. При обсуждении полученных результатов внимание студентов акцентируется на специфичности квантовомеханического описания состояния движения частицы, на

наличии соответствий и противоречий данного описания и описания на основе классических представлений.

Таким образом, на всех этапах выполнения учебного проекта деятельность студентов интерактивна: они совместно планируют последовательность исследований, соответствующих целям работы и методическим рекомендациям к ней, выбирают параметры и шаг их варьирования, сопоставляют результаты и формулируют выводы, консультируют друг друга и обращаются за консультациями к преподавателю. В результате использования такой методики у студентов с одной стороны формируется целостное восприятие сущности квантовомеханического описания, а с другой – чёткое представление о том, каков физический смысл результатов этого описания в разных конкретных ситуациях. Форма проведения занятий способствует активному действию студентов в деловом контакте друг с другом при направляющей и корректирующей роли преподавателя. Студентов привлекает нестандартное отношение к организации образовательного процесса, высокая степень самостоятельности, импонирует общение с преподавателем на основе доверия и доброжелательности. Они приобретают опыт активного освоения учебного содержания во взаимодействии с учебным окружением, у них формируется чувство личностной значимости и ответственности за качество результатов учебной деятельности группы, развиваются навыки общения и взаимодействия в малой группе, вырабатываются навыки использования компьютерных приложений для решения учебных и исследовательских задач, формируется чувство личностной значимости и ответственности за качество результатов коллективной учебной деятельности, развиваются навыки общения и взаимодействия. Опыт сотрудничества студентов при выполнении общего проекта с разными ролевыми функциями в нём закрепляется в образовательном процессе по другим дисциплинам учебного плана специальности и специализации. Итогом целенаправленной работы по реализации учебных проектов является формирование у студента системы профессиональных компетенций, необходимых для успешной самостоятельной трудовой деятельности молодого специалиста в коллективе коллег.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Краснов, Ю. Э. Современные дискуссии по проблеме «Метод проектов» / Ю. Э. Краснов // Метод проектов. Серия «Современные технологии университетского образования». Вып. 2. / Белорусский государственный университет. Центр проблем развития образования. Республиканский институт высшей школы БГУ. – Минск: РИВШ БГУ, 2003. – С. 197 – 221.
2. Ступина, С. Б. Технологии интерактивного обучения в высшей школе: учебно-методическое пособие / С. Б. Ступина. – Саратов: Издательский центр «Наука», 2009. – С. 17.
3. Годлевская, А. Н. Физика атомов и атомных явлений: Квантовые модели и экспериментальные основы спектроскопии в атомной физике: практическое пособие для студентов специальностей 1-31 04 01 «Физика (по направлениям)» / А. Н. Годлевская, В. Г. Шолох; М-во образования РБ, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2014. – 48 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Годлевская Анна Николаевна, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры оптики.

Шолох Валентина Григорьевна, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры оптики.

Круг научных интересов: инновационные методы обучения.