

Жыйынтыктап айтканда, ырлар, табышмактар жана жаңылмачтар мектепке даярдоо тайпаларында колдонулуучу эң таасирдүү куралдардын бири болуп эсептелет. Алар балдардын интеллектуалдык, тилдик жана социалдык өнүгүүсүнө өбөлгө түзүп, окуу процессин кызыктуу жана натыйжалуу кылат. Тарбиячылар жана мугалимдер бул элементтерди сабак учурунда активдүү колдонуу менен, балдардын ой жүгүртүүсүн, креативдүүлүгүн жана тил байлыгын арттырып, коомдук чөйрөгө жакшыраак адаптацияланышына жардам бере алышат. Бул методдорду сабакка туура жана натыйжалуу киргизүү балдардын үйрөнүү процессине болгон кызыгуусун арттырып, билимди жеңил жана көңүлдүү жол менен өздөштүрүүсүнө шарт түзөт. Ошондуктан мектепке даярдоо программаларында ыр, табышмак жана жаңылмачтарды үзгүлтүксүз колдонуу абдан маанилүү.

Адабияттар:

1. Алимбеков, А. Кыргыз этнопедагогикасы / А. Алимбеков. - Бишкек, 1996.
2. Апышов, Б. Тарбия жараяны / Б. Апышов. –Бишкек, 2008.
3. Үкүева, Б. Уламыш, легендалар / Б. Үкүева. - Ош, 2000.
4. Самудинов, Т. Акылмандар айткан сөз / Т. Самудинов. - Бишкек, 2004.
5. Таштемиров, Ж. Кыргыз элинин оозеки чыгармачылык тарыхынын очерки / Ж. Таштемиров, С. Байходжаев, С. Закиров. - Фрунзе, 1973.
6. Муратов, А. Үч жүз жаңылмач: балдар үчүн / А. Муратов. - Бишкек, 2014.
7. Сулайманов, М. Кыргыз балдар адабиятынын тарыхы / М. Сулайманов. - Ош, 1992.
8. <https://ilim.oshmpu.kg/index.php/01/issue/view/18/38>
9. <https://ilim.oshmpu.kg/index.php/01/article/view/238/163>

DOI: <https://doi.org/10.69722/1694-8211-2025-62-179-184>

УДК: 530.145(07):004

Мухтаров Э. К., доцент
erkinmuxtarov@yahoo.com
ORCID: 0009-0001-5057-4905
АГУ им. З. М. Бабура
г. Андижан, Узбекистан

**ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
РЕСУРСОВ В ПРОЦЕССЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО КВАНТОВОЙ
МЕХАНИКЕ**

В статье рассматривается опыт применения электронных образовательных ресурсов (ЭОР) при проведении практических занятий по квантовой механике. Описаны формы интеграции ЭОР в учебный процесс, включая использование виртуальных лабораторий, интерактивных симуляторов и онлайн-платформ. Особое внимание уделяется повышению эффективности усвоения сложных абстрактных понятий квантовой механики за счёт визуализации и активного вовлечения студентов. Автор считает, что включение таких программ в образовательный процесс позволяет не только повысить уровень усвоения теоретического материала, но и стимулирует развитие аналитического и критического мышления студентов. Приведены результаты анкетирования обучающихся, подтверждающие рост мотивации и уровня понимания материала. Сделаны выводы о перспективах дальнейшего внедрения цифровых инструментов в обучение физике на старших курсах.

Ключевые слова: электронные образовательные ресурсы, квантовая механика, практические занятия, интерактивные симуляторы, образовательные технологии, визуализация.

Мухтаров Э. К., доцент
erkinmuxtarov@yahoo.com
ORCID: 0009-0001-5057-4905
З. М. Бабур ат. АМУ
Анжиян ш., Ўзбекистан

КВАНТТЫК МЕХАНИКА БОЮНЧА ПРАКТИКАЛЫК САБАКТАРДЫН ПРОЦЕССИНДЕ ЭЛЕКТРОНДУК ОКУУ РЕСУРСТАРЫН КОЛДОНУУ ТАЖРЫЙБАСЫ

Макалада кванттык механика боюнча практикалык сабактарда электрондук билим берүү ресурстарын (ЭБР) колдонуу тажрыйбасы каралат. Окутуу процессине виртуалдык лабораториялар, интерактивдүү симуляциялар жана онлайн платформалар сыяктуу ЭБРди интеграциялоонун түрлөрү баяндалат. Айрыкча, кванттык механиканын татаал жана абстракттуу түшүнүктөрүн визуалдаштыруу жана студенттердин активдүү катышуусу аркылуу натыйжалуулукту жогорулатууга көңүл бурулат. Студенттерди сурамжылоонун жыйынтыктары берилет, анда мотивациянын жана материалды түшүнүүнүн деңгээли жогорулаганы белгиленет. Макалада жогорку курстарда физиканы окутууда санариптик куралдарды мындан ары колдонуу келечеги тууралуу жыйынтык чыгарылат.

Түйүндүү сөздөр: электрондук билим берүү ресурстары, кванттык механика, практикалык сабактар, интерактивдүү симуляторлор, билим берүү технологиялары, визуалдаштыруу.

Mukhtarov E. K., assoc. professor
erkinmuxtarov@yahoo.com
ORCID: 0009-0001-5057-4905
ASU Z. M. Babura
Andijan, Uzbekistan

EXPERIENCE OF USING ELECTRONIC EDUCATIONAL RESOURCES IN THE PROCESS OF PRACTICAL CLASSES ON QUANTUM MECHANICS

This article presents the experience of using electronic educational resources (EER) in practical training sessions on quantum mechanics. It explores various ways of integrating EER into the educational process, including virtual laboratories, interactive simulations, and online platforms. The focus is on how these tools enhance the comprehension of abstract quantum concepts through visualization and student engagement. Survey results are presented, showing increased student motivation and improved understanding of the material. The article concludes with an outlook on the further integration of digital tools into physics education at the advanced level.

Keywords: electronic educational resources, quantum mechanics, practical classes, interactive simulators, educational technologies, visualization.

Квантовая механика – это дисциплина, требующая не только теоретического понимания, но и развитых навыков решения задач. Традиционные методы обучения, основанные на бумажных задачниках и лекционных конспектах, зачастую оказываются недостаточными для формирования прочных практических умений. В связи с этим в последние годы возрастает интерес к внедрению электронных образовательных ресурсов, направленных на развитие у студентов способности применять теорию к решению задач различной сложности [1, с.81].

С начала XX века квантовая механика стала краеугольным камнем физики. Вопреки своей абстрактности и математической сложности, она успешно описывает поведение материи и энергии в масштабах атомов и элементарных частиц. Однако практическая значимость квантовой теории выходит далеко за рамки теоретических исследований – она лежит в основе множества технологий, без которых немыслимо современное общество.

Квантовая механика представляет собой одну из самых абстрактных дисциплин в физике. Теория, изложенная в учебниках, может быть трудной для восприятия, особенно в части таких понятий, как волновая функция, суперпозиция состояний, принцип неопределенности, квантование энергии и другие. Решение задач помогает студентам не только запомнить теоретический материал, но и научиться применять его на практике. Это позволяет лучше понять, как теоретические принципы работают в реальных ситуациях.

В квантовой механике задачи часто требуют применения сложных математических методов, таких как решение дифференциальных уравнений, работа с матрицами и операторами, интегралы по контурным путям и другие инструменты. Процесс решения задач развивает аналитическое мышление, способность к абстракции и логическое мышление, что критически важно для понимания и применения научных принципов в различных дисциплинах [2, с. 107].

Квантовая механика может казаться абстрактной и сложной дисциплиной, но решение реальных задач, особенно в интерактивных формах (например, с использованием симуляторов и программных решений), делает учебный процесс более увлекательным и доступным. Студенты чувствуют прогресс, когда успешно решают задачи, что помогает поддерживать интерес и мотивацию к дальнейшему обучению [3, с. 75].

В рамках повышения эффективности практического обучения квантовой механике был разработан специализированный программный инструмент для численного моделирования поведения микрочастицы в потенциальных полях различной конфигурации. Программа предназначена для решения одномерного и двумерного нестационарного уравнения Шредингера с последующей визуализацией эволюции волновой функции во времени [4].

Программный комплекс позволяет моделировать квантовые системы в потенциальных полях различной формы – от простых одномерных ям до более сложных двумерных структур. Пользователь может задавать начальные условия, параметры расчетной сетки, энергетические уровни и характеристики потенциала. В результате численного моделирования система отображает как саму волновую функцию, так и соответствующую ей плотность вероятности, что даёт возможность наблюдать пространственно-временное распределение вероятности нахождения частицы в заданной области.

Особенностью инструмента является реализация расчетов в режиме реального времени, а также наличие удобного и интуитивно понятного графического интерфейса. Благодаря этому программа может использоваться не только для теоретических исследований, но и как учебное средство, способствующее визуализации абстрактных понятий и более глубокому пониманию ключевых принципов квантовой механики.

Рассмотрим примеры.

1. Определить точки, в которых плотность вероятности нахождения частицы в квадратной потенциальной яме максимально, для случая, когда квантовые числа частицы равны $n_x = 1$ и $n_y = 3$ [5, с. 157].

Решение:

Плотность вероятности нахождения частицы в двумерном потенциальном яме определяется выражением [6, с.254]:

$$\rho_{n_x, n_y}(x, y) = |\psi_{n_x, n_y}(x, y)|^2 = C \sin^2\left(\frac{n_x}{a}x\right) \sin^2\left(\frac{n_y}{b}y\right) \quad (1)$$

здесь C – нормировочный коэффициент, для двумерной потенциальной ямы $C = 4/ab$, по условию задачи $a = b$.

Для того, чтобы найти максимальное значение функции $\rho_{1,3}(x, y)$, возьмем сначала производную данной функции по x , а затем по y , и после приравняем их к нулю:

$$\frac{\partial \rho_{1,3}(x, y)}{\partial x} = \frac{8\pi}{a^3} \sin\left(\frac{\pi}{a}x\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi}{a}x\right) \cdot \sin^2\left(\frac{3\pi}{a}y\right) = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial \rho_{1,3}(x, y)}{\partial y} = \frac{24\pi}{a^3} \sin^2\left(\frac{\pi}{a}x\right) \cdot \sin\left(\frac{3\pi}{a}y\right) \cdot \cos\left(\frac{3\pi}{a}y\right) = 0 \quad (3)$$

Отсюда получаем критические точки (в этих точках выполняется условие максимума функции) $\rho_{1,3}(x, y)$:

$$x_1 = \frac{a}{2}, y_1 = \frac{a}{6}; \quad x_2 = \frac{a}{2}, y_2 = \frac{a}{2}; \quad x_3 = \frac{a}{2}, y_3 = \frac{5a}{6}.$$

Для проверки правильности задачи составили программу и выбираем значения сторон потенциальной ямы $a = b$ и квантовые числа $n_x = 1$ и $n_y = 3$. В результате отображается график плотности вероятности (рис.1. а). На рис.1. б показан график плотности вероятности в плоскости xOy .

Из рис. 1.б. видно, что плотность вероятности частицы в квадратной потенциальной яме достигает максимального значения в точках:

$$x_1 = \frac{a}{2}, y_1 = \frac{a}{6}; \quad x_2 = \frac{a}{2}, y_2 = \frac{a}{2}; \quad x_3 = \frac{a}{2}, y_3 = \frac{5a}{6}$$

(желтая область).

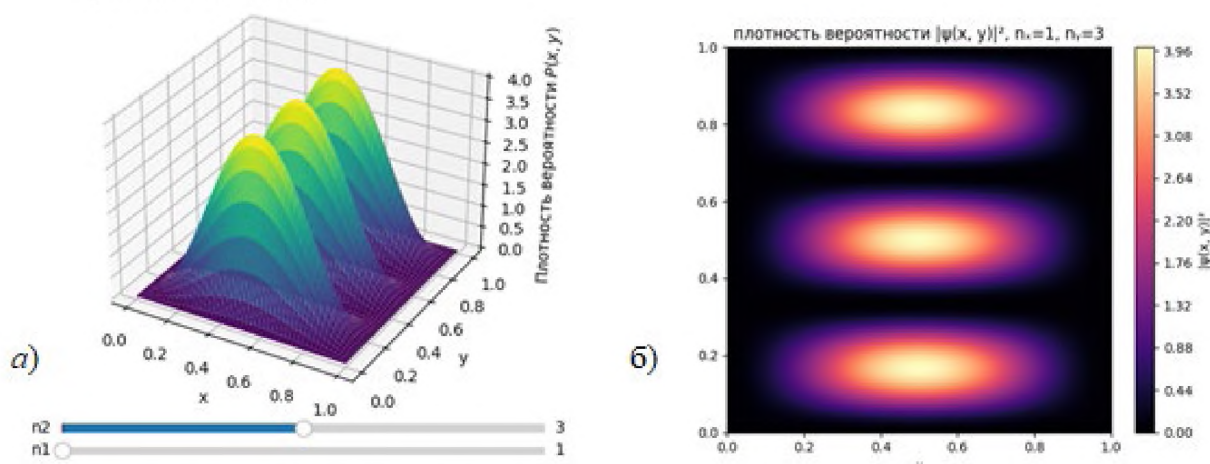


Рис. 1. Общий вид результатов вычисления для заданных условий. а–график плотности вероятности; б–график плотности вероятности в плоскости xOy .

2. Для частицы, находящейся в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме длиной L , определить **вероятность её нахождения в интервале** $L/4 < x < 3L/4$, если она находится во **втором стационарном состоянии** ($n=2$) [7, с.118].

Решение:

Стационарные состояния частицы в бесконечно глубокой потенциальной яме описываются волновыми функциями:

$$\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{\pi n}{L} x\right), \quad 0 < x < L$$

Для $n=2$ волновая функция имеет вид:

$$\psi_2(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{2\pi}{L} x\right)$$

Вероятность нахождения частицы в интервале $L/4 < x < 3L/4$ равна интегралу от плотности вероятности:

$$\omega_2(x) = \int_{L/4}^{3L/4} \frac{2}{L} \sin^2\left(\frac{2\pi}{L} x\right) dx$$

Вычислим этот интеграл:

$$\omega_2(x) = \int_{L/4}^{3L/4} \frac{2}{L} \sin^2\left(\frac{2\pi}{L} x\right) dx = \frac{2}{L} \cdot \int_{L/4}^{3L/4} \frac{1 - \cos(2\pi x / L)}{2} dx = \frac{1}{2}.$$

При запуске программы и задании значения квантового числа, а также границ области интегрирования, автоматически строится график плотности вероятности. Выделенная область, соответствующая вероятности нахождения частицы в заданном интервале, визуализируется цветом (рис. 2).

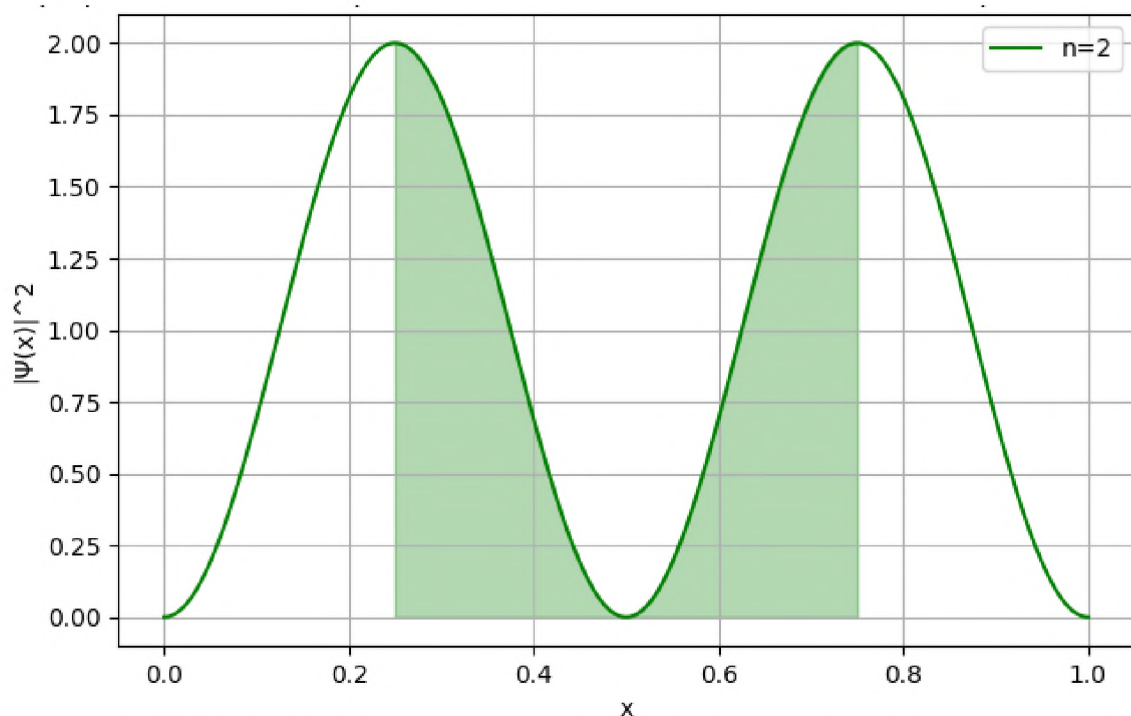


Рис. 5. График плотности вероятности с цветной заливкой для интервала $[L/4, 3L/4]$, при значении квантового числа $n=2$.

Как известно, значение интеграла от плотности вероятности соответствует вероятности нахождения частицы в заданной области пространства, то есть площади под графиком данной функции. На рис.2 эта площадь, ограниченная выбранными границами интервала и графиком плотности вероятности, составляет $1/2$ от полной площади, что соответствует вероятности 0,5.

Анализ представленных выше задач демонстрирует, что численные значения, полученные в результате использования разработанного программного инструмента, совпадают с аналитическими решениями, известными из теоретического курса квантовой механики. Это свидетельствует о высокой точности и корректности реализованных численных алгоритмов, а также о соответствии программы фундаментальным физическим принципам.

Таким образом, представленный программный комплекс может быть эффективно использован как в процессе аудиторного обучения, так и при самостоятельной работе студентов. Его применение способствует более глубокому пониманию понятий, таких как волновая функция, плотность вероятности, стационарные состояния, а также особенностей квантового поведения частиц в потенциальных полях. Возможность наглядной визуализации расчетных данных и варьирования параметров задач значительно расширяет дидактический потенциал инструмента, делая его ценным средством в арсенале преподавателя физики и полезным ресурсом для формирования практических навыков у обучающихся.

Включение данной программы в образовательный процесс позволяет не только повысить уровень усвоения теоретического материала, но и стимулирует развитие аналитического и критического мышления, что особенно важно при подготовке специалистов в области теоретической физики и смежных дисциплин.

Литература:

1. Харченко, В. И. Преподавание дисциплины «Квантовая механика и квантовая химия» в системе высшего образования / В. И. Харченко // Современные наукоемкие технологии. 2006. № 3. – С. 81–82.
2. Мартинсон, Л. К., Смирнов, Е. В. Методические указания к решению задач по курсу общей физики. Раздел “Уравнение Шредингера. Стационарные задачи квантовой механики”. Уч пособие / Л. К. Мартинсон, Е. В. Смирнов. –М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – С. 175.
3. Смирнов, А. В. Методика применения информационных технологий в обучении физике: учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по спец. «Физика» / Е. В. Смирнов. –М.: Академия, 2008. – С. 240.
4. Мухтаров Э. К. Электронный информационно-образовательный ресурс «Состояние частицы в одномерном потенциальном поле». Программный продукт для ЭВМ, №DGU 12471, 19.10.2021 г.
5. Галицкий, В. М., Карнаков, Б. М., Коган, В. И. Задачи по квантовой механике / В.М.Галицкий, Б. М. Карнаков, В. И. Коган. – М.: Наука, 2001. –С.301.
6. Ландау, Л. Д., Лифшиц, Е. М. Теоретическая физика. Том III. Квантовая механика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – М.: Физматлит, 2021. – С. 804.
7. Ельютин, П. В. Квантовая механика с задачами / П. В. Ельютин. –М.: Наука. 2001. – С. 204.