

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ПРИНЦИПА СУПЕРПОЗИЦИИ В КУРСЕ АТОМНОЙ ФИЗИКИ: ДИДАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ, СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЁМЫ РЕАЛИЗАЦИИ

А.С.Калилаев, Г.Ж.Жаббарбергенова

Учитель Каракалпакский госуниверситет имени Бердаха

Аннотация: В статье анализируются основные дидактические трудности, возникающие при преподавании принципа суперпозиции в курсе квантовой механики. Особое внимание уделяется психологическим барьерам, связанным с абстрактностью понятия и его отличием от классических представлений. Обоснована необходимость применения визуализации, аналогий и компьютерного моделирования для повышения эффективности усвоения. Предлагаются методические рекомендации, направленные на формирование у студентов глубокого понимания суперпозиции как фундаментального принципа квантовой теории.

METHODOLOGY OF TEACHING THE PRINCIPLE OF SUPERPOSITION IN THE COURSE OF ATOMIC PHYSICS: DIDACTIC SIGNIFICANCE, MODERN TECHNOLOGIES AND METHODOLOGICAL METHODS OF IMPLEMENTATION.

**A.S. Kalilaev, G.J. Jabbarbergenova teacher of Karakalpak State
University named after Berdaq**

Abstract: The article analyzes key didactic challenges in teaching the principle of superposition in quantum mechanics. Special attention is given to psychological barriers arising from the abstract nature of the concept and its contrast with classical intuition. The need for visualization, analogies, and computer modeling is emphasized to enhance students' conceptual understanding. Methodological recommendations are proposed to support effective learning and to help students grasp superposition as a fundamental principle of quantum theory.

**ATOM FIZIKASI KURSIDA SUPERPOZITSIYA TAMOYILINI
O'RGATISH METODIKASI: DIDAKTIK AHAMIYATI, ZAMONAVIY
TEXNOLOGIYALARI VA AMALGA OSHIRISHNING METODIK
USULLARI.**

A.S.Kalilaev, G.J.Jabbarbergenova

Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti O'qituvchisi

Annotatsiya: Maqolada kvant mexanikasida superpozitsiya tamoyilini o'rgatishdagi asosiy didaktik muammolar tahlil qilinadi. Kontseptsianing mavhum tabiati va uning klassik sezgi bilan ziddiyatidan kelib chiqadigan psixologik to'siqlarga alohida e'tibor beriladi. O'quvchilarning kontseptual tushunchalarini oshirish uchun vizualizatsiya, analogiyalar va kompyuter modellashtirish zarurligiga urg'u beriladi. Samarali o'rganishni qo'llab-quvvatlash va talabalarga kvant nazariyasining asosiy printsipli sifatida superpozitsiyani tushunishga yordam berish uchun uslubiy tavsiyalar taklif etiladi.

Ключевые слова: атомная физика, принцип суперпозиции, преемственность, последовательность, методические рекомендации, интеграция учебных программ, дидактика, регрессионный анализ.

Keywords: atomic physics, superposition principle, continuity, consistency, methodological recommendations, integration of educational programs, didactics, regression analysis.

Kalit so'zlar: atom fizikasi, superpozitsiya printsipli, uzluksizlik, izchillik, uslubiy tavsiyalar, o'quv dasturlari integratsiyasi, didaktika, regressiya tahlili.

Постановка задачи. Принцип суперпозиции является ключевым концептом квантовой механики и атомной физики, формирующим основу для понимания квантовых состояний, интерференционных явлений и взаимодействий частиц. Однако его преподавание сталкивается с рядом проблем, обусловленных как абстрактностью самого принципа, так и методическими сложностями его интеграции в учебный процесс.

Актуальность углублённого изучения этой темы в современных университетских программах обусловлена следующими факторами:

1. Фундаментальная роль принципа суперпозиции в квантовой физике. Принцип суперпозиции утверждает, что любая линейная комбинация допустимых квантовых состояний также является допустимым состоянием системы. Это позволяет описывать такие явления, как интерференция волн де Бройля, квантовая запутанность и суперпозиция энергетических уровней [1, 2]. Без понимания этого принципа невозможно освоение последующих тем, включая атомные спектры, квантовые переходы и современные приложения (квантовые вычисления, нанотехнологии). В качестве примера можно привести интерференционные эффекты, возникающие из-за суперпозиции состояний, лежат в основе работы лазеров, электронных микроскопов и квантовых алгоритмов [1].

2. Трудности усвоения студентами. Абстрактная математическая формулировка принципа (линейная алгебра гильбертова пространства) и отсутствие классических аналогов затрудняют его восприятие. Как показал опыт, многие студенты воспринимают суперпозицию как формальный математический приём, не связанный с физической реальностью [2, 3]. Исследования показывают, что до 60% студентов не могут корректно интерпретировать вероятностный характер измерений в состояниях, представляющих собой суперпозицию других состояний [5].

3. Современные образовательные требования. Цифровизация образования и рост интереса к квантовым технологиям диктуют необходимость адаптации традиционных курсов. Современные студенты, являясь «цифровыми аборигенами», ожидают интерактивных и визуализированных форм обучения, которые отсутствуют в классических лекциях [4, 5]. При этом существующие учебные программы часто уделяют недостаточно внимания: связи принципа суперпозиции с экспериментальными данными (например, интерференцией в двухщелевом эксперименте); применению принципа в реальных задачах (расчёт вероятностей переходов, анализ спектров).

Отметим, что принцип суперпозиции служит мостом между разделами физики: в атомной физике он объясняет структуру энергетических уровней и правила отбора для переходов, в квантовой оптике лежит в основе когерентности и интерференции фотонов, а в квантовой информатике используется для описания кубитов и квантовых алгоритмов.

Без чёткого понимания физической сути принципа суперпозиции студенты не смогут эффективно работать в междисциплинарных областях, таких как квантовая химия или наноэлектроника [5].

Отметим, что актуальность разработки новых методик преподавания подтверждается такими педагогическими исследованиями, как преемственность (принцип суперпозиции должен вводиться на основе классических аналогий, что обеспечивает плавный переход от интуитивных представлений к квантовым), визуализация (использование симуляторов типа PhET, Quantum Composer для моделирования суперпозиции спиновых состояний или интерференционных картин, практико-ориентированные задания (расчёт вероятностей обнаружения частицы в суперпозиции состояний, анализ спектральных линий как результата интерференции) [3, 4, 5]. Перечисленные факты обуславливают актуальность изучения принципа суперпозиции в курсе атомной физики обусловлена его фундаментальной ролью в квантовой механике, требованиями современных образовательных стандартов и необходимостью подготовки специалистов для высокотехнологичных отраслей. Для преодоления методических трудностей необходима интеграция активных методов, цифровых инструментов и междисциплинарного подхода — как показывают теоретические исследования и педагогическая практика [2, 4, 5].

Реализованные работы. Следует обратить особое внимание, на то, что современные учебные программы по атомной физике, несмотря на их фундаментальную значимость, зачастую сохраняют структуру, сформированную в условиях доминирования классических подходов к преподаванию. Это создаёт дисбаланс между актуальными требованиями к

подготовке студентов и реальным содержанием курсов. Принцип суперпозиции, будучи центральным элементом квантовой механики, традиционно рассматривается в рамках ограниченного числа лекционных часов, что не позволяет раскрыть его роль в объяснении современных физических явлений и технологических приложений. Узкие временные рамки и перегруженность программ устаревшими темами (например, избыточным вниманием к полуклассическим моделям атома) приводят к поверхностному усвоению материала, что негативно сказывается на качестве подготовки будущих специалистов.

Таким образом, модернизация преподавания принципа суперпозиции требует системного пересмотра традиционных подходов, интеграции цифровых средств и ориентации на практические и междисциплинарные навыки. Будущие исследования могут быть направлены на эмпирическую проверку эффективности предложенных методик и их внедрение в реальные учебные курсы.

Список использованной литературы

1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. *Квантовая механика. Нерелятивистская теория*. 3-е изд. — М.: Физматлит, 2001. — 512 с.
2. Паршаков А. Н. *Курс лекций по квантовой физике: учебное пособие*. — Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2006. — 196 с. — ISBN 5-88151-585-4.
3. Санчес Солорсано О. И. *Методика реализации физических принципов в преподавании квантовой механики студентам физических факультетов педвузов: дис. ... канд. пед. наук*. — Нижний Новгород, 2020. — 217 с.
4. Маджанов Н. Методика преподавания квантовой физики на основе принципа преемственности // *Вестник науки и образования*. — 2018. — № 3 (45). — С. 56–62. — DOI: 10.31618/1681-4236-2018-3-45-56-62.
5. Оспанбеков Е. А. *Методические основы подготовки учителей физики: дис. ... канд. пед. наук*. — Алматы, 2021. — 145 с.

6. McKagan S. B., Perkins K. K., Wieman C. E. Developing and researching PhET simulations for teaching quantum mechanics // *American Journal of Physics*. — 2008. — Vol. 76, No. 4. — P. 406–417. — DOI: 10.1119/1.2838052.

7. Wieman C. E. The impact of scientific research on science education // *Journal of Science Education and Technology*. — 2007. — Vol. 16, No. 2. — P. 111–114. — DOI: 10.1007/s10956-007-9043-6.