

Михайловская военная артиллерийская академия, г. Санкт-Петербург, Россия

***Аннотация.** Работа посвящена модернизации контента темы «Основы квантовой механики» и адаптации методики изложения, форм, средств и приемов обучения к актуальным требованиям обеспечения высокого уровня развития когнитивных способностей и сформированности общепрофессиональных компетенций обучающихся в высших учебных заведениях технического и инженерного профиля. Излагается идея осуществления отбора контента раздела основ квантовой механики, его логического структурирования с использованием современных достижений науки и методов наглядного изложения основ квантовой механики в рамках дисциплины физика, отвечающих современному состоянию развития методики обучения естественно-научным и общепрофессиональным дисциплинам в высшей школе.*

Ключевые слова: физика; квантовая механика; когнитивные способности; контент; методика изложения

Важная роль на начальном этапе процесса формирования у обучающихся в вузах технического профиля когнитивных способностей, развития у них диалектического мышления и расширения их интеллектуальной сферы в отечественном классическом высшем образовании всегда принадлежала физике. В то же время следует признать тот факт, что диктуемое объективными требованиями сокращение часов на изучение физики вполне естественно привело к выхолащиванию мировоззренческого, общекультурного и развивающего когнитивные способности у обучающихся аспекта и фактической переориентации роли и задачи изучения дисциплины «Физика» в вузах только на специфические технические проблемы.

По нашему убеждению один из возможных и вполне реальных путей разрешения возникшего противоречия лежит в плоскости модернизации контента вузовского курса физики, переориентации его на идеи и методологию современной физики с применением новых методов исследования и приемов мышления и прежде всего отказа от формирования у обучающихся представления о причинности как о жестком механическом детерминизме в пользу формирования у них вероятностного мышления. Его научный уровень должен соответствовать современному уровню развития науки, и вместе с тем этот курс должен быть доступен «среднестатистическому» студенту по объему и глубине изложения.

Авторы данной работы выносят на обсуждение проблемные вопросы базового контента, методики и методологии, имеющие непосредственное отношение к изучаемому в рамках дисциплины «Физика» разделу «Квантовая физика. Основы квантовой механики», которые не доступны обыденному воображению и противоречат ему и, тем самым, заранее создают у обучающихся скептическое отношение и обоснованное предубеждение.

Необходимость изучения основ квантовой физики и квантовой механики как важнейшей составной части вузовского курса физики вытекает из того факта, что квантовая механика все больше стала приобретать черты не только фундаментальной, но и прикладной науки.

По состоянию на данный момент с квантовыми идеями студент впервые знакомится в курсе общей физики на ее заключительном этапе. Как правило, это знакомство ограничивается не более чем случайными фактами и их сильно упрощенными объяснениями. Дело в том, что квантовая физика как часть курса общей физики для вузов технического профиля представляет не логически последовательную теорию, а случайный набор зачастую устаревших гипотез, принципов, утверждений, понятий и вычислительных рецептов [1].

Несмотря на многочисленные попытки предпринимаемые рядом авторов [2] задача модификация и модернизации контента раздела посвященного основам квантовой механики в рамках курса физики к потребностям и целям обучения студентов прикладных специальностей до сих пор не решена, и по-прежнему остается актуальной.

В связи с этим на повестке дня перед преподавателями стоит проблема отбора и структурирования материала, изучаемого на лекциях и практических занятиях, разработка методики, форм и

средств изложения, представления и доведения до сведения обучающихся на доступном, понятном и интересном большинству уровне, учитывающим, помимо всего прочего, особенности восприятия и усвоения информации присущие современному поколению обучающихся.

Нам представляется, что при первоначальном знакомстве с основами квантовой механики в курсе общей физики для адаптации изложения теоретического материала к интеллектуальным возможностям обучающихся можно и нужно ограничить и сузить область рассмотрения только составляющей основания квантовой механики системой постулатов и ее базовыми понятиями [3]. При этом следует стремиться изложить эти разделы в рамках единого и достаточно современного подхода с учетом возможностей студентов для его усвоения. По нашему мнению не стоит тратить время на обсуждения того, как электрон движется по орбитам Бора, хотя на самом деле орбит нет, на заучивание формулировок постулатов Бора, которые скорее являются не постулатами, а устаревшими гипотезами; ничем не оправдано и ведет к неправильному пониманию квантовой механики очень большое внимание в лекциях и в задачах к волнам де Бройля: волны де Бройля не относятся к основным понятиям квантовой механики и могут быть упомянуты лишь как ненормируемые (нефизические) решения уравнений Шредингера.

Обсуждение квантовых свойств микрочастиц целесообразно при первоначальном предъявлении основывать на интуитивных соображениях, подкрепленных ссылками на экспериментальные данные с использованием проблемного подхода.

Важным логическим шагом должно стать обращение внимания студентов на принципиальное изменение процедур измерения в квантовой механике. Студенты должны уяснить для себя особенности процедур измерения в квантовой механике состоящие в том, что: 1) результаты измерения физических величин в квантовой системе имеют вероятностный характер; 2) в общем случае в процессе измерения наблюдаемой физической величины в квантовой системе с определённой вероятностью может реализовываться одно из нескольких возможных значений этой величины; 3) измерение невозможно без взаимодействия с измерительным прибором, а взаимодействие без воздействия на измеряемый объект, т. е. любое измерение приводит к изменению состояния квантового объекта, а, следовательно, не может быть повторено с тем же объектом.

Следует обязательно акцентировать особое внимание обучающихся на то обстоятельство, что соотношение неопределенности, физический и мировоззренческий смысл которого они должны усвоить, выводится теоретически из постулатов Шредингера и Борна и касается не измерения, а состояний объекта: оно утверждает, что для любого возможного состояния выполняются соответствующие соотношения неопределенности. Естественно, что оно будет выполняться и для измерений. Т. е. вместо неправильного, но получившего широкое распространение в учебной литературе утверждения "с повышением точности измерения координаты, максимальная точность измерения импульса уменьшается" следует говорить: "в состояниях, где неопределенность координаты меньше, неопределенность импульса больше" [4].

На практических занятиях основное внимание следует уделить не решению количественных задач, а рассмотрению на качественном уровне ситуаций и парадоксов в которых наиболее отчетливо проявляются два типа закономерностей – динамические и статистические (вероятностные). Например, в каких случаях электрон можно рассматривать как классическую частицу, а в каких нельзя, парадокс известный под названием «кот Шредингера», что такое квантовая телепортация и т.п.

Вывод. Нынешняя обстановка и состояние дел диктует необходимость существенной модернизации курса физики в технических вузах и в особенности ее раздела, посвященного квантовой физике, направленной на повышение ее мировоззренческой роли, значимости и пользы для формирования личности. Это довольно сложная и многосторонняя задача, требующая усилий как со стороны тех, кто моделирует и наполняет конкретным содержанием облик специалиста высшей квалификации 21-го века, так и со стороны преподавательской общественности и ученых. Будем, тем не менее, оптимистами и вслед за С. Хокингом считать, что, несмотря на то что «квантовая теория – это

совершенно иная картина реальности, которую даже специалисты понимают не очень хорошо, современные парадоксы этой теории будут восприниматься детьми наших детей как самые общие понятия» [5].

Список литературы:

1. Матвеев А. Н. Атомная физика. 2-е изд. – М.: Оникс; Мир и Образование, 2007. – 328 с.
2. Курс физики: Учебник для вузов: В 2 т. Т. 2. / Под ред. В.Н. Лозовского. – СПб.: Издательство «Лань», 2021. – 573 с., ил.
3. Зелевинский В. Г. Квантовая физика. В 3 т. Т. 1. – Новосибирск: НГУ, 2014, 2015.
4. Елютин П. В., Кривченков В. Д. Квантовая механика. – М.: Физматлит, 2001.
5. Хокинг С. Краткие ответы на большие вопросы. – М.: Эксмо, 2019. – 256 с.

B. A. Ustinov, A. O. Fadeev

Modernization of the content of the fundamentals of quantum mechanics section in the physics course of technical universities

Mikhaylovskaya Artillery Academy, Saint Petersburg, Russia

Abstract. The work is devoted to the modernization of the content of the topic "Fundamentals of quantum Mechanics" and the adaptation of the presentation methodology, forms, means and methods of teaching to the current requirements of ensuring a high level of development of cognitive abilities and the formation of general professional competencies of students in higher educational institutions of technical and engineering profile. The idea of selecting the content of the fundamentals of quantum mechanics section, its logical structuring using modern scientific achievements and methods of visual presentation of the fundamentals of quantum mechanics within the discipline of physics, corresponding to the current state of development of teaching methods of natural science and general professional disciplines in higher education, is presented.

Keywords: physics; quantum mechanics; cognitive abilities; content; presentation methods; the second principle of thermodynamics; entropy; reversible and irreversible processes