

Проблемы формирования творческого потенциала студентов

УДК 378

РОЛЬ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ В ФОРМИРОВАНИИ СИСТЕМЫ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ О ФИЗИЧЕСКОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ

*С.А. Иванов*¹

Самарский государственный технический университет,
4430100, Самара, ул. Молодогвардейская, 244
E-mail: ivsa73@mail.ru

В данной статье излагается методика последовательного уточнения концепции физического взаимодействия в процессе изучения ряда учебных вопросов непосредственно на занятиях по физике. Уточнение производится теоретическим обобщением ранее изученного учебного материала, на информационной основе которого рассматриваются новые научные факты, приводящие к созданию более современных теорий взаимодействия.

Ключевые слова: *система знаний, квантовая теория, физическое взаимодействие.*

Проведен анализ последовательного уточнения концепции физического взаимодействия в процессе изучения ряда учебных вопросов по квантовой физике непосредственно на занятиях по предмету. Данное уточнение является своеобразным применением методологического принципа соответствия.

Наибольшей идеализацией обладает теория дальнего действия в классической механике Ньютона, которая трансформировалась до самых сложных квантовых моделей в современной физике элементарных частиц. Данная идея является своеобразным выражением принципа соответствия, но применительно к теоретическим моделям физического взаимодействия: каждый последующий закон в предельном случае вытекает из предыдущего, более идеализированного и простого, который является его частным случаем.

Все многообразие материального мира объясняется взаимодействиями на уровне элементарных частиц. Поэтому микроскопический уровень взаимодействий, несомненно, заслуживает рассмотрения при изучении физики в технических вузах.

Отметим, что идея соответствия различных теоретических моделей строения вещества и поля, а также реализация ее при изучении курса физики основана на следующих положениях:

- 1) дискретность строения материи;
- 2) иерархическое соподчинение различных моделей строения вещества;
- 3) условность разделения материи на вещество и поле, которое становится явным на микроскопическом квантовом уровне.

Данные положения включаются в изучение курса физики по мере познания учащимися все более сложных фактов из области устройства мироздания. Использование здесь принципа соответствия может повысить эффективность усвоения студентами учебной информации об основных идеях структурного строения матери-

¹ Сергей Анатольевич Иванов (к.п.н., доцент), доцент, каф. общей физики и физики нефтегазового производства

ального мира, так как преподаватель от занятия к занятию обращает их внимание на степень достоверности теории в рамках различных концепций строения вещества. Он обязательно должен рассказать о том, что модели структурного строения материи занимают в физике одно из важнейших мест, поскольку все тела в материальном мире так или иначе состоят из вещества и потому для решения обширнейшего круга научных задач применяются те или иные их модели.

Итак, наиболее точная концепция взаимодействий – квантовая. Впервые она рассматривается нами в процессе изучения вопроса о реальности существования фотонов. Теперь – уже с новой точки зрения – передача действия происходит посредством периодического излучения и поглощения квантов энергии. Ими являются фотоны в электромагнитном поле и гравитоны (пока еще гипотетические) – в гравитационном.

Предлагается такой вариант построения квантовой модели. Сначала объясняем, что у каждой элементарной частицы существует так называемая шуба из квантов: скопление фотонов составляет электромагнитное поле вокруг заряженных частиц (например, электронов и протонов), а скопление гравитонов есть поле гравитационного притяжения, присутствующее любым частицам вещества. Здесь амплитуда колебаний напряженности электромагнитного поля получает более широкий смысл: квадратом амплитуды определяется вероятность попадания фотонов в определенную область пространства-времени. Подробно суть данного высказывания рассмотрена в работе [1], из которой также сделан вывод о том, что «электромагнитная волна по отношению к фотонам представляет собой как бы «волну вероятности» ([1], с. 45). Моделью материальных переносчиков взаимодействий становятся, таким образом, виртуальные кванты.

Раскрытие понятия «виртуальный квант» основано на подробном анализе работ [1, 2, 3, 8] и составляет отдельный вопрос. Нами предлагается такой подход. Рассказываем учащимся, что элементарная частица постоянно излучает и тут же поглощает множество квантов энергии (фотонов и гравитонов), но за время их существования никакими, даже самыми точными экспериментальными приборами фотоны и гравитоны невозможно зафиксировать. Эта принципиальная невозможность связана с тем, что любой прибор, в конечном счете, состоит из подобных же элементарных частиц, квантовая «шуба» которых вносит свое взаимодействие в мир изучаемых микрочастиц, а отсюда следует значительная неопределенность всех экспериментальных результатов в области фиксирования виртуальных квантов. Объясняем также, что эксперимент в области изучения атомов или субатомных частиц всегда существенно влияет на состояние объекта, и это также доказывает принципиальную невозможность наблюдения виртуальных квантов поля.

Таким образом, самая современная и точная теоретическая модель физического взаимодействия окончательно рассматривается нами в процессе изучения физики атомного ядра и элементарных частиц. Поле фундаментальных взаимодействий – гравитационное, электромагнитное, сильное, слабое – на уровне микрочастиц представляется скоплением виртуальных квантов, то есть таких, которым вследствие квантового соотношения неопределенностей запрещено обнаруживать себя экспериментально, иначе будет нарушен закон сохранения энергии. Элементарные частицы как бы одеты в «шубу» из фотонов, гравитонов, глюонов и бозонов. Все процессы, протекающие в рамках данной модели взаимодействия, заключаются в обмене частиц виртуальными квантами, носят сугубо квантовый и релятивистский характер. Студенты должны знать, что квантовыми и релятивистскими эффектами можно пренебречь в случае, если выводы стремятся в пределе к выводам классической физики, и в этом заключается применение здесь принципа соответствия.

Продemonстрируем это на следующем примере, трансформированном нами из работ [6, 7].

Квантовая теория поля характеризуется эффективным радиусом взаимодействия $R_{eff} = \frac{\hbar}{mc}$, где, как известно, m – масса квантов, переносчиков взаимодействия. Целесообразно записать энергетический потенциал поля в виде:

$$\varphi = g \cdot \frac{e \cdot \frac{mcR}{\hbar}}{R} \quad (1)$$

Объясняется, что g имеет смысл «заряд · константа».

Далее даем понять, что предположительно константа гравитационного взаимодействия настолько мала, что даже не удастся экспериментально зафиксировать его кванты, а поэтому масса m гравитонов считается приближенно равной нулю. Тогда из этого приближения следует классический закон всемирного тяготения Ньютона, но только в форме потенциала гравитационного поля:

$$g = G \cdot M, \quad \varphi = GM \cdot \frac{e^0}{R} = G \frac{M}{R}, \quad (2)$$

где M – масса макроскопического тела, G – гравитационная постоянная, R – расстояние.

Последовательное построение вышеописанных моделей, проходящее через изучение всего курса физики, имеет своей целью продемонстрировать идею о постепенном характере уточнения научных знаний и понятий в процессе человеческого познания мира. Вследствие этого неоднократно – с различных позиций и в различных учебных темах – высказывается идея о том, что для описания взаимодействий в задачах классической физики используют чаще всего концепцию дальнего действия, описывая явления с помощью простого и наглядного понятия силы. Это характерно, например, для курса механики, МКТ и электростатики. При изучении физики элементарных частиц предлагается произвести обобщение такого рода: данный факт обусловлен тем, что большинство макроскопических явлений происходит благодаря взаимодействию электромагнитных и гравитационных полей, которые являются дальнедействующими, тогда как поля сильного и слабого взаимодействий имеют более сложную для экспериментального изучения структуру. Поэтому на уровне фундаментальных взаимодействий классические понятия теряют свой смысл – они здесь уже неприменимы. Например, нельзя вычислять напряженность поля ядерного взаимодействия, так как оно короткодействующее и поэтому обладает более сложными свойствами (например, конфайнмент кварков), нежели электростатическое поле. Однако понятие энергии как характеристики (меры) интенсивности взаимодействия и движения материи применимо к его описанию с позиции вычисления потенциала поля. Это демонстрируется еще одним примером из [6, 7].

Если в формулу (1) подставить массу покоя фотона – переносчика электромагнитного взаимодействия, то вследствие того, что она равна нулю, приходим к частному случаю потенциала электростатического поля:

$$\varphi = q \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^0}{R} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{R}$$

Вывод – классическая теория электрического поля есть частный случай квантовой теории микроскопического поля для макромира. В этом состоит применение в данном случае принципа соответствия.

Заметим, что в результате последовательного использования вышеизложенных методических возможностей, позволяющих применить принцип соответствия для построения различных моделей взаимодействия, изучение раздела «Квантовая физика» должно восприниматься студентами на основе качественно иной преемственности их знаний об атоме. Очередное информационное углубление в суть строения материи заключается в следующих идеях.

Все внутриатомные объекты имеют сугубо квантовый характер, хотя сам атом может рассматриваться и с более простых классических позиций: для этого кратко обобщается вся изученная ранее информация о соответствии друг другу атомных моделей, каждая из которых строится на основе предыдущей путем включения в нее новых уточняющих фактов. Перечислим их в соответствии с преемственностью изучения курса физики:

- молекулы представляются твердыми упругими шариками с радиусом порядка 10^{-10} м;

- молекулы состоят из электрически разноименно заряженных электронов и ядер;
- электроны располагаются на дискретных расстояниях от ядра по круговым орбитам;
- электронные орбиты могут быть не только круговыми, и на них могут размещаться по два электрона;

- вращаясь на одной орбите, электроны не мешают друг другу, так как на самом деле занимают неопределенное пространство, называемое волной вероятности, представляющееся размытым электронным облаком; именно поэтому понятие расстояния в микромире теряет свой привычный смысл, чем и объясняется невозможность падения электрона на притягивающее его ядро;

- между электронами и ядрами нет пустоты: пространство заполнено электрическим полем их зарядов, которое в простейшем случае описывается электростатическими понятиями;

- взаимодействие электронов и ядер внутри атома осуществляется электромагнитным полем, причем электроны могут его выделять или поглощать в процессе изменения энергии атома.

В результате приведенного обобщения выстраивается следующая, еще более сложная атомная модель строения вещества – квантовая. Существенным признаком в ней становится дискретность электронных орбит и неопределенность электронного движения.

Данное обобщение позволяет студентам изучать атомную и ядерную физику в более информативной форме, так как не только генерализирует их знания в системе построения физической картины мира, но и демонстрирует моделирование дискретности поведения субатомных частиц (ядер, электронов и фотонов). В связи с этим исчезает невостробованность и, как следствие, абстрактный характер формирования данного фундаментального физического понятия в курсе физики.

Таким образом, «крушение веры в механическую наглядность атомной модели повлекло за собой признание, что на место такой наглядности должна встать математическая абстрактность наших представлений о микропроцессах» [5, с. 57].

В ходе изучения ядерной физики концепция строения материи пополняется еще более сложными фактами, нежели в квантовой модели атома:

- кроме протонов и нейтронов, в состав атомного ядра входят мезоны, название которых оправдано промежуточным значением их массы (более массивны, чем электроны, но весят меньше нуклонов);

- мезоны в процессе движения между нуклонами осуществляют их ядерное взаимодействие, которое названо сильным.

Углубляясь в эту модель, которую мы условно называем квантово-полевой, рассматриваем обменный характер фундаментальных взаимодействий, вводим понятие виртуальных квантов. Исходя из квантово-полевой концепции строения материи, акцентируем внимание обучаемых на том, что электромагнитная волна выступает в качестве «волны-призрака», внутри которой распределяются кванты (фотоны), подобно тому, как частицы вещества (электроны) распределяются внутри волны вероятности.

Методические возможности изучения этого вопроса связаны с теорией формирования в курсе физики понятия корпускулярно-волнового дуализма материальных объектов. Построение данной модели на основе квантово-полевых представлений о микрочастицах предоставляет студентам возможность убедиться в единстве строения вещества и поля. Ее соответствие предыдущим теоретическим моделям заключается именно в предельном разделении материи на частицы вещества и кванты поля.

Иначе говоря, принцип соответствия помогает демонстрировать обучаемым философскую идею о единстве и борьбе противоположностей, так как служит основой для информативной насыщенности диалектического единства вещества и поля: «с точки зрения квантовой теории нет принципиального различия между ними – это различие между двумя соотношениями одной и той же физической реальности» [4, с. 126].

Обобщение всего последовательного изложения теоретических моделей физического взаимодействия проводится путем их постепенного усложнения по цепочке: дальное действие → близкое действие → волновое распространение поля → относительность передачи взаимодействия → обмен квантами поля. При этом делается акцент на том, что каждая последующая теоретическая модель взаимодействия в пределе стремится к предыдущей, если экспериментальные выводы обеих для какой-то области явлений совпадают.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Борн М. Физика в жизни моего поколения / М. Борн. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1963. – 535 с.
2. Гейзенберг В. Физика и философия. Часть и целое / В. Гейзенберг. – М.: Наука, 1989. – 399 с.
3. Гейзенберг В. Философские проблемы атомной физики / В. Гейзенберг. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1953. – 136 с.
4. Готт В.С. Философские вопросы современной физики / В.С. Готт. – М.: Высшая школа, 1988. – 343 с.
5. Кедров Б.М. О великих переворотах в науке / Б.М. Кедров. – М.: Педагогика, 1986. – 112 с.
6. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. – Кн. 2. Физика элементарных частиц / К.Н. Мухин. – М.: Энергоатомиздат, 1993.
7. Перкинс Д. Введение в физику высоких энергий / Д. Перкинс. – М.: Энергоатомиздат, 1991.
8. Яворский Б.М. Основные вопросы современного школьного курса физики / Б.М. Яворский. – М.: Просвещение, 1980. – 320 с.

Поступила в редакцию 21/II/2009;
в окончательном варианте - 15/III/2009.

UDC: 378

ROLE OF THE QUANTUM THEORY IN FORMATION OF THE STUDENTS' KNOWLEDGE SYSTEM ABOUT PHYSICAL INTERACTION

S.A. Ivanov

Samara State Technical University
244 Molodogvardeiskaya str., Samara, 443100
E-mail: jvsa73@mail.ru

In this paper a method of consistent refinement of the concept of physical interaction in the process of studying a number of educational issues directly to the lessons of physics. Refinement is done as a theoretical generalization of previously studied academic material on the

basis of information which deals with new scientific facts that lead to the creation of more modern theories of interaction.

Key words: *knowledge, quantum theory, physical interaction.*

Original article submitted 21/II/2009;

revision submitted - 15/III/2009.

Sergei A. Ivanov (PhD, Associate professor), Associate professor, Dept. General Physics and Physics of Oil and Gas Production.

УДК 378

ПРОБЛЕМЫ АКТИВИЗАЦИИ ТВОРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АСПИРАНТОВ ПО СОЗДАНИЮ ОБЪЕКТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

В.Н. Михелькевич, И.Б. Костылева,¹ М.М. Теряева

Самарский государственный технический университет,

4430100, Самара, ул. Молодогвардейская, 244

E-mail: aspirant@samgtu.ru

В статье рассматриваются объекты интеллектуальной собственности, которые могут быть созданы аспирантами в процессе выполнения диссертационных исследований. Обсуждаются пути и способы активизации творческой деятельности аспирантов по созданию объектов промышленной собственности и объектов авторского права.

Ключевые слова: *аспиранты, творческая деятельность, объект интеллектуальной собственности.*

Долгосрочной стратегией развития нашей страны является создание конкурентоспособной экономики, основанной на интеллекте и знаниях. В этой экономике основным фактором становятся не темпы освоения и роста природных ресурсов, а идеи, изобретения, умение воплощать новейшие знания в высокие и прорывные технологии, способность внедрять их быстрее своих конкурентов в повседневную жизнь, умение создавать конкурентоспособные продукты высокого потребительского качества. Сегодня очевидно, что решение сложнейших проблем российской экономики, обостренных глобальным финансовым кризисом, возможно только на основе ее инновационной модернизации.

Инновации становятся основным средством роста производительности труда, повышения уровня, качества жизни и благосостояния людей, динамичного и устойчивого развития всего социума на длительный период. Естественно, что эффективность реализации такой инновационной политики во многом будет определяться тем, насколько активно, системно и согласованно станут действовать все участники этого процесса.

Основным и изначальным этапом инновационного цикла любого технического объекта, способа преобразования вещества, энергии и информации являются фундаментальные и прикладные научные исследования и опытно-конструкторские разработки

¹ *Валентин Николаевич Михелькевич* (д.п.н., профессор), профессор, каф. психологии и педагогики. *Ирина Борисовна Костылева* (к.х.н., доцент), начальник управления послевузовского профессионального образования и студенческой науки. *Теряева Марина Михайловна*, инженер, отдела аспирантуры и докторантуры.