

ISSN 2073-0071

№2, 2009
ФЕВРАЛЬ

Актуальные проблемы
гуманитарных и естественных наук

Журнал научных публикаций

Репозиторий ГГМУ

2469

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ГУМАНИТАРНЫХ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

ЖУРНАЛ НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ

Репозиторий РГМУ

Москва 2009

Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук

Ежемесячный научный журнал

№2 февраль 2009

Журнал «Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук» зарегистрирован Феде
ральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия г. Москва, Китайгородский пр., д. 7, стр.2. Свидетельство о регистрации СРЕДСТВА МАССОВОЙ ИНФОРМАЦИИ «ПИ № ФС77-33767».

Юридический адрес редакции научного журнала

«Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук»:

123022, г. Москва, Большой Предтеченский переулок, д. 27-29, стр.2

© Авторы статей, 2009

«Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук»

полное или частичное воспроизведение или размножение, каким бы то ни было способом материалов, опубликованных в настоящем издании, допускается только с письменного разрешения авторов.

© Оформление типография «Литера»

Литература:

1. Бородина А.В. Основы православной культуры: Мир вокруг и внутри нас. – М.: Православная педагогика, 2003.
2. Ветхий и Новый Завет в простых рассказах. – М.: Прометей, 1991.
3. Мир Божий: Основы православной культуры и нравственности / Сост. Священник Сергий Коротких. – В 2-х. – Ч. I – М., 2003.
4. Основы православной культуры для детей дошкольного возраста / Сост. О.К. Харитонова. – М.: Покров, 2002.
5. Основы православной культуры / Под ред. В.М. Меньшикова, В.А. Гребенькова. – Курск: Изд-во Курского госуниверситета, 2003.
6. Основы социальной концепции Русской Православной Церкви / Сост. Митрополит Смоленский и Калининградский Кирилл. – М.: Изд-во ОВЦС МП, 2001.
7. Православное воспитание детей дошкольного возраста / Сост. Р.Ю. Киркос. – СПб.: Сатисъ, 2005.
8. Православная культура / Сост. Д.Е. Самогаев, Л.Л. Шевченко. – М.: Покров, 2003.
9. Склярова Т.В. Православное воспитание в контексте социализации: М.: Изд-во ПСТГУ, 2006.

Хильманович В.Н.[©]

Кафедра медицинской и биологической физики, Гродненский государственный
медицинский университет, Беларусь

ДИДАКТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ОПТИЧЕСКИХ АНАЛОГИЙ В ИЗУЧЕНИИ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

Организация учебного процесса в высшей школе требует от преподавателей постоянной работы по усовершенствованию методики преподавания изучаемых дисциплин, внедрения новых педагогических технологий, применения новых форм и методов в обучении, способствующих улучшению качества образования.

С.И. Архангельский, автор многих учебников, посвященных проблеме обучения в высшей школе, писал: «Как содержание, так и методы учебной работы требуют заданной относительной полноты, истинности, ясности и прочности исходя из конкретных целей и задач обучения и состояния научно-технического прогресса» [1,189]. Стремительное развитие нанотехнологий диктует новые требования к качеству подготовки будущих инженеров. На сегодняшний день невозможно представить себе инженера без глубоких и прочных физических знаний. Необходимо отметить, что важность качественной подготовки будущих инженеров обусловлена политикой развитых стран в сфере инновационных технологий.

Наиболее глубоко использование аналогий в методике преподавания физики в средней школе отражено в работах С. Е. Каменецкого и Н. А. Солодухина [2], Д. И. Кульбицкого [3] и др. Проблема методики преподавания в высшей школе рассмотрена в работах С. И. Архангельского [4], З. Ф. Есаевой [5], П. И. Пидкастистого и В. И. Коротяева [6] и др.

Формирование новых знаний в области современной физики невозможно без знания основ квантовой механики. Она является наиболее сложной, с точки зрения восприятия студентами, и одной из самых важных и интригующих дисциплин курса физики высшей школы.

Одной из составляющих приобретения глубоких и прочных знаний студентами инженерных специальностей в курсе «квантовая физика» является, на наш взгляд, применение метода оптических аналогий. Суть метода заключается в том, что знания, полученные при изучении какого-либо объекта или явления, переносятся на другой объект или явление, менее изученные или менее наглядные. Толковый словарь физических терминов трактует метод аналогии, как метод исследования какого-либо процесса, путем замены его процессом, описываемым таким же дифференциальным уравнением, как и изучаемый процесс [7,91]. Содержание этого метода всегда объективно, но применение его связано с конкретным субъектом, проводящим научное исследование и, вероятно, носит субъективный и частично неосознанный характер. Т.е. в его использовании, по-видимому, имеются результаты интуитивного познания. Дж. Максвелл, писал: «Для составления физических представлений следует освоиться с существованием физических аналогий. Под физической аналогией я понимаю то частное сходство между законами двух каких-нибудь областей науки, благодаря которому одна из них является иллюстрацией для другой»[8,12].

Поскольку квантовые явления считаются ненаглядными, мы в преподавании именно этого раздела физики ставим своей целью показать наглядность квантовых эффектов с помощью метода оптических аналогий. Оказывается, базовые эффекты квантовой, а точнее, волновой механики, имеют ясные аналоги в классической волновой физике и присущи, например, электромагнитным волнам. Имеются пары аналогичных оптических и квантовых явлений, обусловленных волновой природой света и квантовых частиц. Все установленные аналогии обусловлены тремя основными факторами: отражением волн на скачках потенциала, существованием неоднородных волн в т. н. «классически запрещенных» областях, а также интерференцией волн, рассеянных на скачках показателя преломления или потенциала.

Оптические аналогии выбраны не случайно. Именно оптические и оптико-механические аналогии имели определяющее значение в период становления квантовой механики как науки. «Развитие так называемой волновой механики является типичным примером достижения прогрессирующей теории, полученной путем глубоких и удачных аналогий», – писал А. Эйнштейн [9,243]. В ее основу были положены работы Э. Шредингера [10] и В. Гейзенberга [11], каждый из которых применял различные аналогии. Полученные результаты, несмотря на разную форму, взаимосвязаны между собой. Волновая механика Шредингера есть не что иное, как математический эквивалент матричной механики Гейзенберга – из решений, даваемых уравнением Шредингера, можно вычислить элементы матриц соответствующей задачи квантовой механики. В основе этого вывода лежит аналогия между теориями, описывающими эти соотношения. Э. Шредингер в работе [10] использовал аналогию между свойствами квантовых систем и оптическими явлениями и на основании этой аналогии выдвинул гипотезу о том, что связь между волновой оптикой и квантовой механикой должна быть такой же, как и связь между геометрической оптикой и классической механикой. Он подошел к возникновению «новой механики», проводя аналогию между принципом Ферма и принципом Гамильтона. Именно оптические представления об интерференции и дифракции волн активно привлекались для построения квантовой картины микромира. Л. Де Бройль в работе [12] предположил существование дифракции и интерференции частиц на основании метода аналогии.

Рассмотрев применение метода в историческом аспекте, мы рекомендуем для привлечения непроизвольного внимания студентов одновременно использовать исторический материал о найденных нами аналогиях в ходе естественного развития физической теории. Установлено, что длительное сосредоточение произвольного внимания приводит к физическому утомлению и перенапряжению. Исторические

отступления позволяют преподавателю управлять непроизвольным вниманием и дадут возможность студентам более продуктивно усваивать учебный материал.

Перейдем непосредственно к исследованным аналогиям. Многим квантовомеханическим явлениям можно найти оптические аналоги, которым присуща наглядность и которые уже изучены студентами ранее.

Аналогом квантового туннельного эффекта в оптике служит явление нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО). Математической основой данной аналогии служит изоморфизм одночастичного стационарного уравнения Шредингера в квантовой механике и уравнения Гельмгольца в оптике, описывающих, соответственно, туннельный эффект и НПВО. Коэффициенту прозрачности потенциального барьера соответствует коэффициент пропускания оптической среды, изменению высоты потенциального барьера в квантовой механике – изменение показателя преломления на границе раздела, а туннелированию квантовой частицы под барьером – распространение неоднородной волны в условиях полного внутреннего отражения. Эти соответствия представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Квантовый туннельный эффект и его оптический аналог

Явления	Явление нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО)	Квантовый туннельный эффект
Раздел физики	Оптика	Квантовая физика
	Электромагнитная волна	Волна де Броиля (электрон)
Открытие и исследование	1914, 1916 работы Л.И. Мандельштама	1928г. работа Л.И. Мандельштама и М.А. Леоновича
Уравнения, описывающие явление	$\nabla^2 A + \frac{\omega^2 n^2}{c^2} A = 0$ – ур-е Гельмгольца	$\nabla^2 \Psi + \frac{2m}{\hbar^2} [E - U(r)] \Psi = 0$ – ур-е Шредингера
Физический параметр	Коэффициент пропускания оптической среды $T = T \cdot \exp(-\alpha z)$	Коэффициент прозрачности потенциального барьера $D = \exp\left(-\frac{2}{\hbar} \sqrt{2m(U_0 - E)} a\right)$
Условия наблюдения	Изменение показателя преломления на границе раздела	Изменение высоты потенциального барьера
Суть явления	Распространение неоднородной волны в условиях полного внутреннего отражения	Туннелирование частицы под барьером
	Частичное отражение и прохождение в запрещенную зону	Частичное отражение и прохождение в запрещенную зону
Граница применения аналогии	При условии, когда ширина тонкого слоя между двумя плотными средами порядка длины волны	Для барьера конечной высоты и ширины порядка длины волны де Броиля

При этом говорят, что электромагнитная волна туннелирует из одной среды в другую так же, как электрон из одного потенциального поля (ямы) в другой. В обоих

случаях имеет место прохождение волны в «запрещенную область» и экспоненциальное затухание в ней.

Оба явления исследованы одним ученым – Л.И. Мандельштамом. НПВО в работах 1914г., 1916г.[13;14], туннельный эффект – в совместной с М.А. Леоновичем работе 1928 г. [15]. А в 1932 г. В. Гейзенберг указывал на факт аналогии между оптическим явлением прозрачности тонких металлических пленок и квантовым туннельным эффектом в своей книге «Физические принципы квантовой теории». Он привел математические доказательства того, что если энергия электронов меньше, чем критическое значение потенциала, то все же всегда некоторое количество электронов может еще перейти потенциальный порог, если его ширина не велика в сравнении с длиной, соответствующей электрону де бройлевской волны. Число проходящих электронов будет убывать с возрастанием ширины и высоты порога. «Этот факт вполне аналогичен известному из оптики и экспериментально установленному явлению, что при полном отражении светового луча от металлической фольги очень малая доля света проходит через фольгу и будет заметна только тогда, когда толщина фольги того же порядка, что и длина волны проходящего света» [16,35].

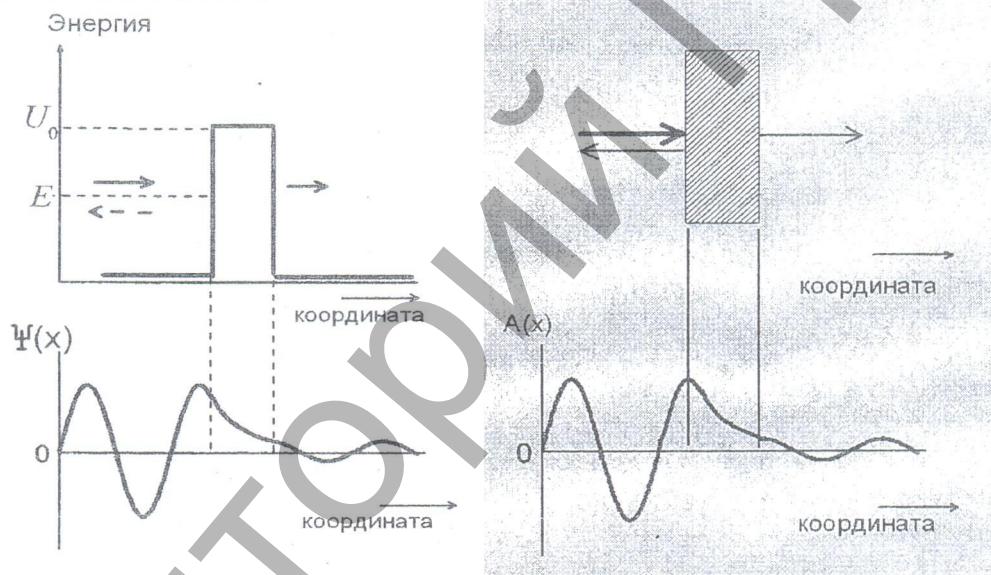


Рис.1. Аналогия в туннелировании квантовой частицы (слева) и прохождении электромагнитной волны сквозь металлическую пластинку. Волновая функция подобно амплитуде поля экспоненциально затухает внутри барьера, принимая вид синусоиды за барьером.

Использование этих базовых аналогий в сочетании с привлечением явлений интерференции волн позволяют предложить целую серию оптических и квантовых аналогов. Например, квантовое резонансное туннелирование (прохождение без отражения сквозь два потенциальных барьера при определенных соотношениях между энергией частицы и параметрами барьера) находит естественное объяснение на примере мод Фабри-Перо в оптическом интерферометре, состоящем из параллельных металлических зеркал. Безотражательное распространение квантовой частицы над потенциальным барьером для некоторых значений ее энергии оказывается квантовым аналогом мод Фабри-Перо плоскопараллельной диэлектрической пластиинки. Моды Фабри-Перо в тонком слое воздуха между двумя диэлектриками сразу указывают на безотражательное распространение квантовой частицы не только над барьером, но и над ямой (естественно при определенных значениях энергии частицы, обусловленных шириной ямы). Во всех случаях квантовое явление оказывается следствием интерференции волн, отраженных либо прошедших через преграды в соответствии с рисунком 1. Отметим, что указанные квантовомеханические эффекты традиционно считаются ярким проявлением отсутствия

наглядности квантовой механики и оказываются достаточно сложными для понимания даже студентами физических специальностей университетов, не говоря уже про технические вузы.

В современной физике значительно возросла роль аналогий как специфического метода. Исследование процесса переноса представлений из квантовой механике в оптику и решение аналогичных задач позволяет прогнозировать дальнейшее развитие некоторых областей физики. Именно благодаря аналогии свойств электромагнитных волн со свойствами электронов в периодических структурах с периодом порядка длины волны возникла теория фотонных кристаллов, с которой связано будущее современной электроники. Проследим эту аналогию. Состояние электрона может быть как связанным (в атоме), так и свободным. Явления, в которых наблюдалась бы локализация фотона, долгое время не удавалось обнаружить. Энергетический спектр свободного фотона непрерывен. Однако в конце XX века были созданы материалы, в которых движение фотона оказалось несвободным и напоминает движение электронов в атомах, молекулах и кристаллах. Простейшая аналогия – оптический резонатор – полость, стенки которой обладают высоким коэффициентом отражения в определенном диапазоне частот. Движение фотона ограничено внутренним объемом полости. Такой фотон становится локализованным, у него, как и у связанного электрона, энергетический спектр становится дискретным. Близкими к резонатору свойствами обладает пленка или нить, состоящая из прозрачного материала с большим показателем преломления, окруженная средой с меньшим показателем преломления. По аналогии с электроном можно сказать, что среда с большим показателем преломления действует на фотон, как потенциальная яма на электрон, т.е. удерживает его в соответствующей области пространства. Похожая ситуация реализуется в фотонных кристаллах. Фотонный кристалл представляет собой пространственно неоднородную решетку, характеризующуюся периодической функцией $n(x,y,z)$, где n – показатель преломления материала. Понятие «фотонный кристалл» было введено Е. Яблоновичем в 1987г. в работе [17], когда он определил понятие запрещенной зоны для электромагнитных волн. Практически одновременно подобные результаты опубликовал С. Джон [18]. После этих работ интерес к проблеме фотонных кристаллов во всем мире резко возрос. Подробно описание концепции фотонных кристаллов можно найти в [19].

Представления о формировании энергетических зон, локализации света, канализации излучения в сложных средах сегодня составляют основу нанофотоники – нового интенсивно развивающегося направления в науке и технике, ожидаемые последствия которого часто сравнивают по масштабу с воздействием на научно-технический прогресс электроники [20].

Волновая механика формировалась как такое дополнение к классической механике, которое дополняло бы классическую механику подобно тому, как волновая оптика существует с геометрической оптикой. Впоследствии, в конце прошлого столетия, в естествознании и технике произошел не менее удивительный обратный процесс. Результаты квантовой механики, полученные при решении задач о поведении электронов в сложных потенциалах, в первую очередь при построении одноэлектронной теории твердых тел, были систематически перенесены в оптику и во многом стимулировали развитие нанофотоники и разработку целой гаммы оптических микроустройств. Описание этого плодотворного взаимодействия двух крупных разделов физической науки и человеческой практики представлено в Таблице 2 и призвано содействовать формированию у студентов согласованных представлений о генезисе физической теории и внутренней гармонии физической картины мира, отражающей гармонию природы. Важным представляется также и отражение такого пути развития новейших технологий, при котором в новую, возникающую область техники переносятся представления и явления из другой, на первый взгляд посторонней, области науки и техники.

Таблица 2.

Перенос представлений из квантовой теории в оптику

Явления	Квантовая теория	Оптика
Энергетические зоны в кристаллах	Электронная теория твердых тел, 30-е годы XX века	80-е годы XX века
Локализация в случайном потенциале	Андерсоновская локализация электронов, 1958 г.	Андерсоновская локализация электромагнитных волн, 1984 г.
Квантовая интерференция в сложном потенциале	Слабая локализация электронов, 1982 г.	Когерентное обратное рассеяние, 1984 г.
Фрактальный энергетический спектр в квазипериодическом потенциале	Фрактальный энергетический спектр квазикристаллов, 1983 г.	Фрактальный спектр пропускания фильтров Фибоначчи, 1994 г.

Таким образом, приведенные выше аналогии могут быть использованы при изложении материала в курсе физики высшей школы. Исторический аспект формирования аналогии сделает материал разнообразнее, позволит познакомиться с предысторией открытия, первоисточниками и личностями ученых. Применение метод аналогий в данном случае не только является оптимальным, но и позволяет решить сразу несколько задач: придать наглядность квантовым явлениям, улучшить их восприятие, развить творческое мышление.

Литература:

1. Архангельский С.И. Лекции по теории обучения в высшей школе М.: Высшая школа, 1974. – 189с.
2. Модели и аналогии в курсе физики средней школы: пособие для учителей / С.Е. Каменецкий [и др.]; М.: Просвещение, 1982. – 96с.
3. Кульбичкий, Д.И. Методика обучения физике в средней школе: учебное пособие / ИВЦ Минфина. – Минск, 2007. – 65с.
4. Архангельский, С.И. Лекции по научной организации учебного процесса в высшей школе / М.: Высшая школа, 1976. – С.69–114.
5. Есаева, З.Ф. Особенности деятельности преподавателя высшей школы: учеб.-метод. пособие / ЛГУ. – Ленинград, 1974. – 111с.
6. Пидкастый, П.И. Самостоятельная деятельность учащихся в обучении / М.: Просвещение, 1978. – 77с.
7. Брюханов А.В., Пустовалов Г.Е., Рыдник В.И. Толковый физический словарь. Основные термины Москва: Рус. яз. 1987. – С. 91.
8. Максвелл, Дж. Избранные сочинения по теории электромагнитного поля, М.: 1954. – С.12.
9. Эйнштейн А., Инфельд Л. Эволюция физики, раздел Волны вещества М.: «Молодая гвардия». 1966. – с.243-249.
10. Шредингер, Э. Лекции по физике / Фундаментальная идея волновой механики. Нобелевская лекция 12 декабря 1933 г.; пер. Д. Иваненко – Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2001. – С. 144–155.
11. Heisenberg, W. Über quantentheoretische Umdeutung kinematische und mechanisher Beziehungen / Zs. Phys. – 1925 – Bd.33. –S. 879–893.
12. De Broglie, L. A Tentative Theory of Light Quanta / Phil. Mag. – 1924. – Vol. 47. – P. 446–458.

13. Mändelstäm, L. Strahlung einer Lichtquell, die sich sehr Nähe än der Trennungsl che zweie durchsichtiger Medien befindet. / L. Mändelstäm // Zs. Phys. – 1914. – Völ. 15. – P. 220–225.
14. Мандельштам, Л.И. Об излучении в беспроволочной телеграфии / Природа. – 1916. – № 2, – С. 147–186.
15. Mändelstäm, L. Leóntowitsch, M. Zur Theórie der Schrödinger'schen Gleichung / Zs. f. Phys. – 1928. – Völ. 47. – P. 131 –138.
16. Гейзенберг В. Физические принципы квантовой теории / Гос. физико-теоретическое издательство Ленинград-Москва: 1932.– с.34-40.
17. Yáblónovich, E. Inhibited Spontaneous Emission in Solid-State Physics and Electronics / Phys. Rev. Lett. – 1987. – Völ. 53. – P. 2059–2062.
18. Jóhn S. Jóhn, S. Strong Localization of Photons in Certain Disordered Dielectric Superlattices / Phys. Rev. Lett. – 1987. – Völ. 58. – P. 2486–2489.
19. Гапоненко, С.В. Оптикаnanoструктур / Фотонные кристаллы/ С.В. Гапоненко [и др.]; под ред. А.В. Федорова. – Недра, 2005. – С. 1–48.
20. Гапоненко, С.В. Развитие nanoфotonики в Беларуси. // Первый съезд ученых Республики Беларусь. Сборник материалов. Минск, Белорусская наука, 2007. – С. 544-550.

Чурикова И.Э.[©]

Кандидат педагогических наук, Академия права и управления Федеральной службы исполнения наказаний, г. Рязань, Россия

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ АДАПТАЦИИ ВЫПУСКНИЦ СЕЛЬСКИХ ШКОЛ К ОБРАЗОВАТЕЛЬНО-ВОСПИТАТЕЛЬНОМУ ПРОСТРАНСТВУ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО КОЛЛЕДЖА

Адаптация студентов в педагогическом колледже имеет свою специфику, где в принципиально иных условиях, чем в школе, проходит становление, самоопределение выпускников сельских школ. На начальном этапе обучения в колледже студенты (юноши и девушки) испытывают значительные трудности в учебной деятельности, требующей сформированности познавательной самостоятельности, коммуникативных умений, ценностных ориентаций на педагогическую деятельность. При этом одновременно растут противоречия и возникают трудности в становлении самооценки, самосознания и формировании образа «Я».

Создание благоприятных педагогических условий для преодоления студентами из сельской местности трудностей адаптации в обозначенный период обеспечивают единство, непрерывность учебно-воспитательного процесса и преемственность в развитии личности.

В современных исследованиях предпринимается попытка рассмотреть проблему адаптации студентов с позиций гендерного подхода, так как в современных системах обучения и воспитания человека практически не учитывается полоролевые особенности социализации личности, хотя атмосфера учебного заведения может быть одинаково сложна и специфична как для мальчиков, так и для девочек.

Выпускник сельской школы в процессе адаптации к образовательно-воспитательному пространству профессионального учебного заведения включается в условия новой для него деятельности во всей совокупности своих возрастных, биологических, психических, гендерных особенностей, сформировавшихся интересов, стереотипов, социального статуса и накопленного опыта. В процессе адаптации ему нужно соотнести все или некоторые свои особенности с нормами и требованиями